



COMUNE DI BORGOSATOLLO (BS)
SETTORE LAVORI PUBBLICI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
GEOM. IVAN FADINI



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO

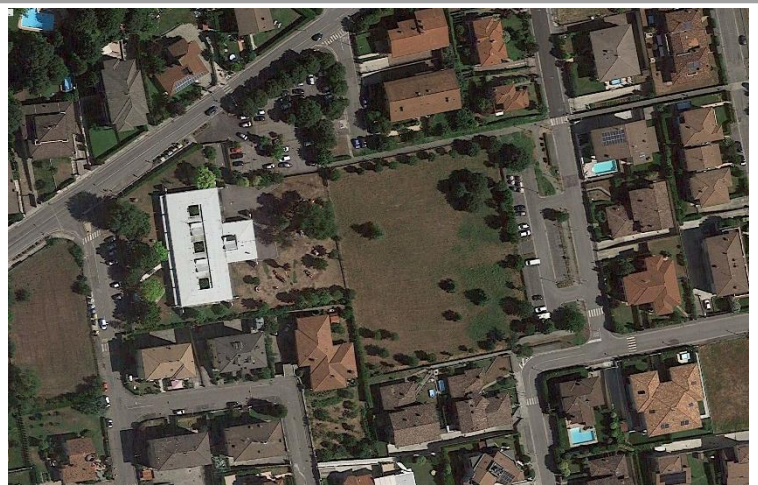


PNRR MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO

CUP C95E22000420007

PROGETTO ESECUTIVO



E401

APR 2023

REV 00

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI



PROGETTO ARCHITETTONICO
SBG ARCHITETTI
viale gorizia 30 20144 milano - italy
www.sbgarchitetti.it

PROGETTO DELLE STRUTTURE
PROGETTO DEGLI IMPIANTI
ADVANCED ENGINEERING SRL
via Monte Bianco 34 - 20149 Milano

COORDINATORE DELLA SICUREZZA
OPTIMA SOLUZIONI AMBIENTALI S.C.
Via Adeodato Ressi, 26 - 20126 Milano

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Classificazione degli ambienti.....	3
3.	Dati del sistema elettrico di distribuzione	3
3.1.	<i>Dati di dimensionamento</i>	3
3.1.1.	Condizioni climatiche	3
3.1.2.	Tipo di intervento	3
3.1.3.	Modalità di progetto	3
4.	Descrizione degli interventi	4
4.1.	<i>Impianto di terra</i>	4
4.2.	<i>Quadro elettrico di consegna.....</i>	4
4.3.	<i>Distribuzione primaria.....</i>	6
4.4.	<i>Distribuzione secondaria</i>	6
4.5.	<i>Sgancio di emergenza.....</i>	6
4.6.	<i>Condutture per la distribuzione dell'energia elettrica</i>	6
4.7.	<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	7
4.8.	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	7
4.9.	<i>Dotazioni</i>	7
5.	Impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza, sicurezza	9
5.1.	<i>Impianto di illuminazione ordinaria</i>	9
5.2.	<i>Impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza</i>	9
6.	Impianti speciali	10
6.1.	<i>Impianto trasmissione dati.....</i>	10
6.2.	<i>Impianto videocitofonico</i>	10
6.3.	<i>Impianto rivelazione e allarme incendio.....</i>	11
7.	Impianto fotovoltaico	12
8.	Montaggi elettrici e manutenzione	12
9.	Norme tecniche di riferimento.....	12
10.	Allegati	15
	<i>Allegato 1 – Prescrizione generali</i>	15
	<i>Allegato 2 – Quadri Elettrici</i>	16
	<i>Allegato 3 – Rete dati</i>	17
	<i>Allegato 4 – Sistema di rivelazione incendio.....</i>	18
	<i>Allegato 5 – Installazione condutture</i>	19
	<i>Allegato 6 – Impianto fotovoltaico</i>	20

1. Premessa

Il presente documento **E401** riporta le specifiche tecniche degli impianti elettrici asserviti al “Nuovo asilo nido”, sito nel comune di Boorgosatollo in via Di Vittorio.

Le singole parti, descritte di seguito, che costituiscono gli impianti elettrici sono:

- rete di distribuzione elettrica;
- rete d'illuminazione ordinaria e di emergenza;
- rete di cablaggio impianti speciali;
- impianto fotovoltaico.

2. Classificazione degli ambienti

Gli impianti saranno realizzati ex novo ed ai fini degli impianti elettrici l'area di intervento è classificabile come ordinaria, e quindi soggetta alla Norma generale impianti CEI64-8.

La destinazione d'uso prevalente è la seguente:

- edifici e strutture destinati a ricevere il pubblico.

3. Dati del sistema elettrico di distribuzione

L'origine degli impianti sarà dal quadro elettrico consegna energia esistente ubicato a valle del contatore dell'Ente erogatore.

L'energia è distribuita, all'interno delle unità immobiliari con un sistema con le seguenti caratteristiche:

- sistema : TT
- tensione : 400 V
- frequenza : 50 Hz

3.1. Dati di dimensionamento

Nello sviluppo della progettazione analizzando gli assorbimenti di energia in relazione ai volumi e alle necessità della struttura si è ipotizzata una potenza di dimensionamento di circa 16 kW complessivi.

Di seguito una sintesi dei criteri alla base del dimensionamento:

Dimensionamento linee principali:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| • Massima caduta di tensione | 3% illuminazione
4% forza motrice |
| • Sezione minima conduttori circuiti principali | 2.5 mm ² |
| • Sezione minima conduttori per derivazioni circuiti luce | 1.5 mm ² |

3.1.1. Condizioni climatiche

Tutte le apparecchiature ed i materiali utilizzati saranno dimensionati per un funzionamento continuo alle condizioni ambientali di:

-5 °C - +33°C di temperatura

3.1.2. Tipo di intervento

Secondo le definizioni contenute nelle guide CEI 0-2 e 0-3, l'intervento in oggetto è identificato come NUOVA INSTALLAZIONE o NUOVO IMPIANTO

3.1.3. Modalità di progetto

Lo sviluppo del progetto è stato effettuato tenendo conto delle indicazioni ricevute dal Committente e dalle esperienze maturate nella progettazione di impianti simili.

4. Descrizione degli interventi

I lavori del presente progetto, in sintesi, si possono così riassumere:

4.1. Impianto di terra

È prevista la realizzazione d'un dispersore di terra costituito da un anello di corda in acciaio zincato annegato nella platea di fondazione e collegato, in più punti, ai ferri della fondazione in cemento armato del fabbricato.

Nei vani tecnici, ai collettori di terra dei quadri elettrici di distribuzione si allacceranno:

- i conduttori equipotenziali dei tubi metallici degli impianti idraulici;
- i conduttori equipotenziali dei canali metallici degli impianti aeraulici;
- i conduttori equipotenziali delle guide degli impianti elevatori.

Nello specifico il progetto prevede un impianto di terra costituito da una corda nuda in rame avente sezione di 50 mm², direttamente interrata, che corre lungo il perimetro dell'edificio.

L'edificio sorge su un terreno la cui resistività viene ipotizzata in questa fase di progettazione, pari a circa $\rho=100 \Omega\text{m}$.

Il dispersore intenzionale è costituito di una corda di rame nuda da 50 mm² interrato attorno all'edificio, a profondità compresa tra 1,5 e 2,0 m.

Inoltre sono effettuati i collegamenti al collettore di terra e da questi attraverso i conduttori di terra in rame isolato in PVC alla fondazione dell'edificio.

I conduttori di protezione in partenza dai quadri saranno collegati al medesimo collettore di terra generale citato.

Si considera, come dispersore, una maglia di dimensioni a e b, installata perimetralmente all'edificio che unisce alcuni plinti/setti della struttura:

- Lunghezza del perimetro dell'edificio: circa 150 m;
- Collegamenti interni: circa 5 m.

Realizzato il dispersore di terra così come progettato, si dovrà procedere alla misura della sua resistenza di terra, per riscontrare la rispondenza con i valori calcolati.

4.2. Quadro elettrico di consegna

Immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica sarà installato un quadro del tipo a doppio isolamento in cui è presente 1 interruttore magnetotermico differenziale che alimenterà il quadro generale (QEGBT) collocato all'interno dell'edificio.

I conduttori che collegano il suddetto interruttore al QEGBT saranno del tipo a doppio isolamento FG16M16, posato in tubazione.

Sarà obbligo dell'installatore prendere accordi con l'Ente fornitore dell'energia elettrica per definire con certezza il punto d'ingresso delle linee di alimentazione e le eventuali canalizzazioni da predisporre.

Sarà obbligo dell'installatore prendere accordi con l'Ente fornitore dell'energia elettrica per definire con certezza il punto d'ingresso delle linee di alimentazione e le eventuali canalizzazioni da predisporre.

Nel quadro saranno alloggiati tutti i dispositivi per la protezione delle utenze derivate; si dovrà sempre tenere una disponibilità del 30% all'interno del quadro per future installazioni.

Di seguito si riporta tabella di calcolo dei quadri elettrici.

**Quadro n° 1 -
Sottocontatore**

Sim. n°	Descrizione linea	Fasi della linea	Potenza effettiva	Corrente di impiego Ib [A]	Corrente nominale In [A]	Potere d'interruzione e [kA]	Idiff [A] / Tdiff [s]
1	Generale	L1 L2 L3 N	15,456 kW	30,53	80	16	0,03 / 0,0

**Quadro n° 2 - Quadro
Spogliatoio Tennis**

Sim. n°	Descrizione linea	Fasi della linea	Potenza effettiva	Corrente di impiego Ib [A]	Corrente nominale In [A]	Potere d'interruzione e [kA]	Idiff [A] / Tdiff [s]
1		L1 L2 L3 N	15,456 kW	30,53	80	10	
2	FM Sezione 01	L1 N	0,800 kW	3,86	16	4,5	0,03 / 0,0
3	FM Sezione 02	L2 N	0,800 kW	3,86	16	4,5	0,03 / 0,0
4	FM Sezione 03	L3 N	0,800 kW	3,86	16	4,5	0,03 / 0,0
5	FM Sezione 04	L1 N	0,800 kW	3,86	16	4,5	0,03 / 0,0
6	FM Uffici	L2 N	1,500 kW	7,25	16	4,5	0,03 / 0,0
7	FM Lavanderia + Spogliatoi	L3 N	2,500 kW	12,08	16	4,5	0,03 / 0,0
8	FM Cucina	L1 N	1,000 kW	4,83	16	4,5	0,03 / 0,0
9	FM Parti comuni	L2 N	1,000 kW	4,83	16	4,5	0,03 / 0,0
10	FM Esterne	L3 N	0,400 kW	1,93	16	4,5	0,03 / 0,0
11	Pompa di calore ACS	L1 N	1,500 kW	7,25	16	4,5	0,30 / 0,0
12	Alimentazione lucernai	L2 N	2,000 kW	9,66	16	4,5	0,03 / 0,0
13	Recuperatore 01	L3 N	0,340 kW	1,64	10	4,5	0,30 / 0,0
14	Recuperatore 02	L1 N	0,340 kW	1,64	10	4,5	0,30 / 0,0
15	Recuperatore 03	L2 N	0,800 kW	3,86	10	4,5	0,30 / 0,0
16	Recuperatore 04	L3 N	0,340 kW	1,64	10	4,5	0,30 / 0,0
17	Luci 01	L1 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
18	Luci 02	L2 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
19	Luci 03	L3 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
20	Luci 04	L1 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
21	Luci emergenza	L2 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0

22	Centralina Rilevazione fumi	L3 N	0,200 kW	0,97	10	4,5	0,03 / 0,0
23	Fancoil 01	L1 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
24	Fancoil 02	L2 N	0,600 kW	2,9	10	4,5	0,03 / 0,0
25	Fotovoltaico	L1 L2 L3 N	0,000 kW	0	63	10	0,30 / 0,0
26	Riserva	L3 N	0,000 kW	0	10	4,5	0,03 / 0,0
27	Riserva	L1 N	0,000 kW	0	16	4,5	0,03 / 0,0

4.3. Distribuzione primaria

La distribuzione principale per i piani appartamento si svilupperà a pavimento mentre quella secondaria, a seconda delle esigenze, sarà ad incasso a parete o a pavimento.

La distribuzione primaria sarà realizzata con conduttori tipo FG16OM16.

Tali cavi verranno posati in tubazione corrugata rigida a soffitto e sottotraccia a parete o pavimento in tubazioni corrugate.

Saranno garantite per tutti i componenti elettrici, comprese anche le condutture, la manovrabilità, l'ispezione, la manutenzione e l'accesso alle connessioni. Il montaggio dei componenti stessi all'interno degli involucri protetti o compartimenti non dovrà essere tale da ridurre significativamente lo spazio o la sezione di detti elementi.

Gli impianti speciali saranno realizzati con tubazioni, canalizzazioni e cassette di connessione e/o di derivazione separate da quelle dell'impianto elettrico.

4.4. Distribuzione secondaria

La distribuzione secondaria sarà realizzata con conduttori del tipo, FG16OM16, posati in tubazioni in PVC a vista nei locali tecnici, in tubazione flessibile corrugata sottotraccia per l'alimentazione delle prese di servizio, e a parete/soffitto per l'illuminazione.

Non saranno ammesse cassette di derivazione installate in posizione non accessibile una volta ultimata la realizzazione.

4.5. Sgancio di emergenza

In prossimità dell'ingresso verrà installato un pulsante di emergenza, in materiale plastico di colore rosso, con vetro frangibile, che, una volta azionato, ha il compito di mettere fuori servizio l'intero impianto elettrico. Si prevede lo stesso pulsante dedicato all'impianto fotovoltaico in copertura.

4.6. Condutture per la distribuzione dell'energia elettrica

L'energia elettrica all'interno dei locali verrà distribuita utilizzando nuove canalizzazioni.

Le canalizzazioni sono realizzate sia a vista sia incassate, quindi mediante tubazioni o canalizzazioni a vista di materiale plastico fissate alle pareti mediante appositi accessori o all'interno delle pareti annegate in esse.

La distribuzione sarà realizzata in cavo posato all'interno di tubazioni a vista o incassate.

Sono ammesse pose di cavi privi di guaina protettiva, solo qualora la posa sia in ambiente protetto da urti e usura meccanica.

Non è consentito posare conduttori privi di guaina su strutture portanti metalliche quale tubazioni, passerelle, canalizzazioni, ecc.

Nel caso di posa in tubazione di materiale plastico si rammenta che la tubazione deve avere un percorso il più possibile lineare, orizzontale o verticale.

Le tubazioni in PVC dovranno essere rispondenti alle normative CEI EN 61386.

La sezione dei conduttori non può essere inferiore a 1,5 mm².

4.7. Protezione contro i contatti diretti

Sono da rispettare le condizioni dettate nella relazione allegata.

Non è permessa la protezione mediante ostacoli o distanziamento (messa fuori portata).

4.8. Protezione contro i contatti indiretti

Sono da rispettare le condizioni dettate nella relazione allegata.

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

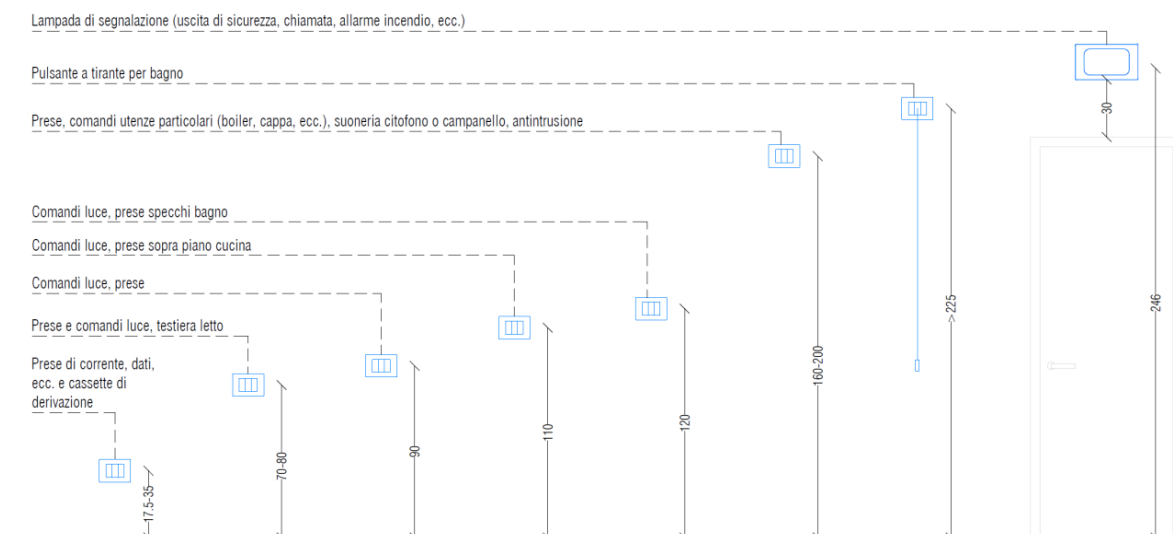
Per la protezione deve essere soddisfatta la condizione indicata nella relazione allegata riferita agli impianti di tipo TT.

Nelle relazioni allegate sono eventualmente indicate altre prescrizioni per casi particolari.

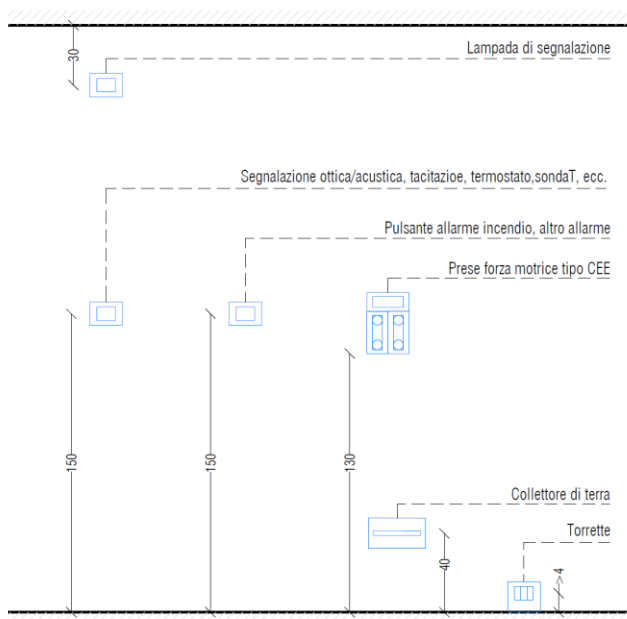
4.9. Dotazioni

L'impianto elettrico di forza motrice, impianti speciali ed illuminazione dell'edificio sarà conforme a quanto previsto dalla Norme CEI con particolare riferimento alla Guida CEI 64-52 "Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici"; a scopo esemplificativo, si riportando di seguito le altezze di riferimento a cui dovranno essere installate le prese ed i comandi:

QUOTE D'INSTALLAZIONE PER PRESE E COMANDI



Le quote sono da ritenersi indicative secondo la Norma CEI 64-8 e la Guida CEI 64-50.
La definizione esatta di tali altezze sarà presa in accordo con la committenza.



Le prese nelle sale di attività dovranno essere dotate di alveoli schermati e comunque dovranno essere installate ad una altezza minima di 120 cm .

5. Impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza, sicurezza

5.1. Impianto di illuminazione ordinaria

L'ubicazione degli apparecchi è vincolata dalla configurazione architettonica dei locali e dalla tipologia dell'area da illuminare; i corpi illuminanti saranno installati a vista o ad incasso, a parete o a plafone con grado di protezione non inferiore a IP55 per i corpi esterni e IP20 per quelli installati internamente all'edificio.

L'impianto di illuminazione ordinaria sarà realizzato con corpi illuminanti dotati prevalentemente di apparecchi di tipo LED

Le lampade dovranno avere una temperatura di colore compresa tra 3000 K e 4000 K.

Saranno installati sensori di presenza/luminosità nei locali principali per la regolazione dell'illuminamento al fine di rispettare i valori minimi sottoelencati.

L'illuminazione esterna sarà progettata e realizzata in conformità con la L.R. 5 Ottobre 2015 n.31 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso".

La normativa UNI EN 12464-1:2021 prescrive per alcune funzioni valori minimi di illuminamento. Nel caso specifico sono stati utilizzati per il dimensionamento i seguenti valori minimi:

Tipo di locale	Illuminamento di esercizio [Lux]
Aule gioco	300
Uffici/sala polifunzionale	500
Locali tecnici/spogliatoi	200
Cucina	500
Aree di circolazione/ingressi	150
Depositi/magazzini	100

5.2. Impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza

L'impianto è realizzato in modo che intervenga automaticamente per mancanza della rete generale o per lo scatto dell'interruttore dell'illuminazione ordinaria.

All'interno dei locali oggetto di intervento non sono presenti delle attività lavorative che in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria possono determinare un pericolo per gli addetti, si prevede quindi un sistema di illuminazione di emergenza in grado di garantire almeno 2 lx nelle zone di lavoro/gioco e sulle vie di esodo, e di 5 lux in corrispondenza delle scale e delle porte di emergenza.

L'impianto di emergenza è costituito di lampade ad alimentazione autonoma (batterie interne al corpo lampada) in grado di garantire un'autonomia di almeno 30 min in caso di mancanza di tensione; con un tempo di ricarica delle batterie di circa 12 ore (12 h).

6. Impianti speciali

6.1. Impianto trasmissione dati

All'interno dell'edificio viene realizzato un impianto di trasmissione dati per consentire la comunicazione delle apparecchiature installate con altre apparecchiature poste esternamente all'attività (principalmente comunicazione client-server per la gestione dell'attività).

E' prevista l'installazione del modem/router all'interno del locale ufficio da cui partirà un tubo corrugato utile al collegamento con access point previsti; data la destinazione d'uso si predilige una connettività di tipo "Wifi".

Tutto l'impianto viene realizzato con componenti di categoria 6 o superiore (cavi, connettori, patch panel, ecc.).

A fine opera l'impresa dovrà verificare ogni singolo cavo e rilasciare relativo certificato.

6.2. Impianto videocitofonico

L'impianto videocitofonico, di tipo digitale, ha l'obiettivo di permettere la comunicazione con i visitatori e l'apertura dei varchi elettrificati.

Il sistema videocitofonico si compone di:

- un posto videocitofonico presso l'ingresso principale e di servizio;
- un videocitofono a parete nell'ufficio e nella cucina;
- un'elettroserratura presso i varchi esterni comandata dai medesimi posti interni/esterni;
- un pulsante di apriporta per ogni varco esterno, lato interno.

Il centralino dell'impianto sarà ubicato in apposito quadretto dedicato entro il vano contatori di pertinenza, equipaggiato con tutti gli accessori necessari per il funzionamento, quali trasformatore di alimentazione, fusibili a protezione delle partenze, interfaccia per comando, derivatori di segnale.

6.3. Impianto rivelazione e allarme incendio

All'interno dell'edificio viene realizzato un impianto di allarme incendio di tipo manuale, controllato da apposita centralina.

Facendo riferimento alla norma UNI 9795:2021 l'impianto deve avere le seguenti funzioni:

Funzione B: funzione di controllo e segnalazione conforme alla norma UNI EN 54-1:2011;

Funzione D: funzione di segnalazione manuale da parte degli occupanti conforme alla norma UNI EN 54-1:2011. I pulsanti devono essere a 110 cm dal pavimento;

Funzione L: funzione di alimentazione conforme alla norma UNI EN 54-1:2011

Funzione C: funzione di allarme incendio conforme alla norma UNI EN 54-3:2011. Deve essere multisensoriale (almeno 2).

L'impianto di rivelazione e segnalazione incendio sarà di tipo analogico ad indirizzamento al fine di poterne prevedere poi l'ampliabilità e il completamento del rispetto normativo dell'impianto secondo la normativa UNI 9795/2013.

In particolare sono previsti i seguenti componenti:

- centrale a microprocessore programmabile di tipo indirizzabile;
- rivelatori termici e di fumo indirizzati;
- pulsanti manuali d'allarme indirizzati;
- pannelli di segnalazione allarme ottico-acustici;
- linee di collegamento dei sensori in cavo schermato resistente al fuoco tipo FTE4OM1 FTE4OHM1 a bassissime emissioni di gas e fumi tossici;
- linee di collegamento di energia in cavo resistente al fuoco tipo FTG10(O)M1 a bassissime emissioni di gas e fumi tossici;

La durata dell'alimentazione dell'impianto sistema in caso di mancanza rete dovrà essere conforme a quanto dedotto dalla UNI 9795 del 2013.

I pulsanti per allarme incendio saranno posti in prossimità di ogni uscita, pannelli ottico-acustici con indicazione di pericolo per incendio nei corridoi ed in prossimità delle uscite, ed una sirena da esterno.

Il sistema previsto dovrà fornire una tempestiva segnalazione d'allarme in caso d'incendio, attuare i segnalatori ottico-acustici, chiamare eventuali numeri di emergenza, effettuare l'autodiagnosi in caso di guasto ed essere dotato di alimentazione d'emergenza con sorgente sussidiaria in caso di interruzione delle linee di alimentazione principale. I cavi utilizzati per il cablaggio dell'impianto saranno del tipo non propagante l'incendio, a bassissima emissione di gas e fumi tossici resistenti al fuoco.

7. Impianto fotovoltaico

Per l'impianto fotovoltaico si prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici tipo SUNPOWER Maxeon6 475 a celle monocristalline con una potenza nominale di 475W ed una efficienza pari a 22.3%.

L'impianto sarà composto da un unico campo fotovoltaico costituito da n.67 moduli con una potenza complessiva di circa 32 kWp inclinati a 5° sulla copertura piana.

Partendo dal valore della potenza di picco complessiva del campo fotovoltaico previsto al piano copertura dell'edificio fissata a 31.83 kWp, si può stimare che l'energia che l'impianto può produrre nell'arco di un anno sia di circa **35712 kWh**.

Si allega dimensionamento dell'inverter e simulazione di producibilità del fotovoltaico.

8. Montaggi elettrici e manutenzione

I montaggi elettrici in officina, consistono principalmente in:

- Preparazione del cablaggio dei quadri e delle eventuali morsettiere;

I montaggi elettrici in campo, consistono principalmente in:

- Infilaggio dei cavi nelle tubazioni incassate nella muratura;
- Posa in opera delle tubazioni a vista e relativo infilaggio dei cavi;
- Posa in opera dei frutti nelle rispettive scatole e relativo cablaggio;
- Posa in opera dei quadri elettrici;
- Posa in opera dei collegamenti alla rete di terra;
- Ecc.

La manutenzione di un impianto è fondamentale per il mantenimento del livello di sicurezza e funzionalità; a tal fine tutti i componenti elettrici saranno tali da consentire la rapida individuazione dei mal funzionamenti, installati in posizione facilmente accessibile.

9. Norme tecniche di riferimento

Gli impianti elettrici oggetto della presente relazione dovranno essere eseguiti in accordo con le prescrizioni generali e particolari qui di seguito elencate, fermo restando l'osservanza dei migliori dettami della tecnica impiantistica moderna ed il fedele e costante rispetto alla "regola d'arte", ed in particolare delle seguenti Leggi, Norme e Disposizioni:

- DLgs 09.04.2008, n° 81, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs. 03.08.09, n°106, "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

- Legge 01.03.1968, n° 186, "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- DM 22.01.2008, n° 37, "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia d'attività d'installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- DPR 01.08.11, n°151, Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- Norme generali sugli impianti elettrici emanate dai seguenti enti: Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) ed Association française de la normalisation, in quanto applicabili;
- Norme generali sugli impianti d'illuminazione, di rivelazione incendi e di diffusione sonora emanate dall'Ente Nazionale Italiano d'Unificazione (UNI), in quanto applicabili;
- Prescrizioni e Raccomandazioni del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco;
- Prescrizioni dell'INAIL;
- Prescrizioni del Gestore della rete pubblica di distribuzione dell'energia elettrica;
- Prescrizioni del Gestore della rete pubblica di telefonia - trasmissione dati.

In particolare, per quanto riguarda le norme CEI, occorre far riferimento alle seguenti norme specifiche:

- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI 0-10 "Guida alla manutenzione degli impianti elettrici";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione d'energia elettrica – Linee in cavo";
- CEI 17-113, 114 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";
- CEI 23-48, 49 "Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari";
- CEI 34-22 "Apparecchi di illuminazione.";
- CEI 34-111 "Sistemi di illuminazione di emergenza";
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 64-13 "Guida alla Norma CEI 64-4. "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico";
- CEI 64-14 "Giuda alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- CEI 64-50 "Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici";

- CEI 64-53, 54, 55, 56, 57 "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati.";
- CEI 70-1 "Gradi di protezione degli involucri";
- CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione".
- CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/bt del cliente/utente finale";
- CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- CEI 306-10 "Sistemi di cablaggio strutturato. Guida alla realizzazione e alle norme tecniche";
- CEI 205-14 "Guida alla progettazione, installazione e collaudo degli impianti HBES";
- CEI-UNEL 35026 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.";
- CEI-UNEL 35024/1 "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. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.";
- CEI-UNEL 35023 "Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.";

Per quanto riguarda le norme UNI occorre far riferimento alle seguenti norme specifiche:

- UNI EN 12464-1 2021 "Luce ed illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni" (per gli ambienti non contemplati nella presente norma si fa riferimento alla norma UNI 10380 "Illuminotecnica - Illuminazione d'interni con luce artificiale", anche se abrogata);
- UNI EN 1838 "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione d'emergenza";
- UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio";
- UNI ISO 7240-19 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi d'allarme vocale per scopi d'emergenza".

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per tutti i prodotti per i quali il marchio stesso è ammesso.

In tutti i casi i materiali dovranno comunque essere scelti fra quanto di meglio il mercato sia in grado d'offrire, tenendo conto della continuità del servizio e della facilità di manutenzione. Rimane l'obbligo dell'Appaltatore la verifica delle norme e dei regolamenti vigenti e da applicare agli impianti oggetto di tale documento e tutti i documenti ad esso collegati.

10. Allegati

Allegato 1 – Prescrizione generali

Allegato 1

Prescrizioni generali

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Caratteristiche dell'impianto	3
3.	Scelta e dimensionamento delle linee di distribuzione	10
3.1.	Criterio di scelta del numero delle linee	10
3.2.	Dotazione elettrica.....	11
4.	Dimensionamento dei circuito	12
4.1.	Calcolo della corrente d'impiego.....	12
4.2.	Scelta del conduttore in funzione della portata	13
4.3.	Scelta del conduttore in funzione della caduta di tensione.....	13
4.4.	Sezioni minime dei conduttori.....	14
4.5.	Dimensionamento delle blindosbarre.....	15
4.6.	Impianti civili.....	15
4.7.	Requisiti e posa dei cavi.....	16
4.7.1.	<i>Prescrizioni generali per la posa dei cavi</i>	<i>16</i>
4.7.2.	<i>Prescrizioni particolari per la posa dei cavi.....</i>	<i>16</i>
4.7.3.	<i>Requisiti particolari.....</i>	<i>17</i>
4.7.4.	<i>Colori distintivi dei cavi.....</i>	<i>17</i>
4.7.5.	<i>Cavi e regolamento di prodotti da costruzione (CPR) – CPR UE 305/11.....</i>	<i>17</i>
5.	Protezione delle linee.....	19
5.1.	Protezione da sovraccarico	19
5.2.	Protezione da cortocircuito	20
6.	Protezione contro i contatti diretti	22
7.	Protezione contro dai contatti indiretti	23
7.1.	Protezione senza interruzione automatica del circuito	23
7.2.	Protezione dai contatti indiretti nei sistemi TT.....	24
7.3.	Protezione dai contatti indiretti nei sistemi TN	25
7.4.	Protezione dai contatti indiretti nei sistemi IT.....	26
7.4.1.	<i>Masse collegate a una terra unica</i>	<i>26</i>
7.4.2.	<i>Masse collegate a terra individualmente oppure a gruppi.....</i>	<i>27</i>
8.	Impianto di terra	28
8.1.	Principali elementi	28
8.1.1.	<i>Dispersore di terra</i>	<i>28</i>
8.1.2.	<i>Conduttore di terra</i>	<i>28</i>
8.1.3.	<i>Conduttore di protezione.....</i>	<i>28</i>
8.1.4.	<i>Collegamento equipotenziale principale.....</i>	<i>29</i>
8.1.5.	<i>Nodo (collettore) di terra</i>	<i>29</i>
8.1.6.	<i>Collegamento equipotenziale supplementare.....</i>	<i>30</i>
8.2.	Progetto del dispersore	30
8.3.	Omologazione e verifiche degli impianti di terra.....	32

1. Premessa

Il presente allegato riporta le prescrizioni generali dell'impianto elettrico.

Il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" all'articolo 5, comma 1, prescrive la redazione del progetto per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento di alcune categorie di impianti.

Inoltre, all'articolo 5, comma 3, si considerano redatti secondo la regola dell'arte i progetti elaborati in conformità alla vigente normativa e alle indicazioni delle guide e alle norme dell'UNI (Ente Italiano di Unificazione) e del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

La norma CEI 0-2 asserisce che per progetto si intende il complesso di studi che, partendo dalla conoscenza delle prestazioni richieste nelle condizioni ambientali e di funzionamento assegnate, produce le informazioni necessarie e sufficienti alla valutazione ed esecuzione dell'impianto in conformità alla regola d'arte.

Il progetto deve rispondere alle attese del committente rispettando le norme di legge e le norme tecniche in modo da portare a un'opera che dovrà essere funzionale e sicura oltre che di qualità.

La Legge 11 febbraio 1994 n.109 e successive modifiche, il DPR n.554 del 1999 definiscono tre livelli di progettazione, che possono essere così illustrati:

- Progetto Preliminare definisce le caratteristiche generali dell'opera, le esigenze che dovrà soddisfare nonché le caratteristiche più significative dell'impianto che si dovrà realizzare. Potrebbe inoltre definire l'impegno economico dell'opera mediante un calcolo sommario della spesa;
- Progetto Definitivo segue il progetto preliminare approvato e lo completa con tutte le indicazioni per avere le concessioni necessarie alla realizzazione;
- Progetto Esecutivo è completo di tutta la documentazione tecnica, contabile e amministrativa necessaria per la realizzazione dell'opera in tutti i suoi particolari.

La documentazione finale di progetto che deve essere prodotta dopo la realizzazione dell'impianto deve comprendere le eventuali varianti e modifiche che sono avvenute in corso d'opera.

2. Caratteristiche dell'impianto

Nome tecniche:

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI EN 60445 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori;
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- CEI EN 60529 (70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica;
- CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili;
- CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi;

- CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano;
- CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA;
- CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore;
- CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi;
- CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V – Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità;
- CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente;
- CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa;
- CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa;
- CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili;
- CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura;
- CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore;
- CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni;
- CEI-UNEL 35024-1 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 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-65 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 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche –

- Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
 - CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
 - CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
 - CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
 - CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
 - CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;
 - CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
 - CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
 - CEI UNI EN 45510-2-4 Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza;
 - CEI EN 50164-1 (81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione;
 - CEI EN 61643-11 (37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove;
 - CEI EN 62305-1 (81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 (81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
 - CEI EN 50123 (serie) (9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
 - CEI EN 60898-1 (23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
 - CEI EN 60947-4-1 (17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici;
 - CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC;
 - CEI EN 50082-1 (110-8) Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
 - CEI EN 50263 (95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione;
 - CEI EN 60555-1 (77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi

- elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-2-2 (110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione;
 - CEI EN 61000-2-4 (110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali;
 - CEI EN 61000-3-2 (110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase);
 - CEI EN 61000-3-3 (110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione;
 - CEI EN 61000-3-12 (210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso $> 16\text{ A}$ e $\leq 75\text{ A}$ per fase;
 - CEI EN 61000-6-1 (210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
 - CEI EN 61000-6-2 (210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali;
 - CEI EN 61000-6-3 (210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
 - CEI EN 61000-6-4 (210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali;
 - UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici;
 - CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
 - CEI EN 62052-11 (13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova Parte 11: Apparato di misura;
 - CEI EN 62053-11 (13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2);
 - CEI EN 62053-21 (13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
 - CEI EN 62053-22 (13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S);

Leggi e decreti:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed

elettronici;

- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione – bassa tensione;
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392 Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- D.M. 16 gennaio 1996 Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- Circolare 4 luglio 1996 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996;
- D.L. 12 novembre 1996, n. 615 Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva;
- 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993;
- D.L. 25 novembre 1996, n. 626 Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.L. 16 marzo 1999, n. 79 Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica;
- Legge 13 maggio 1999, n. 133 Disposizioni in materia di perequazione, razionalizzazione e federalismo fiscale [in particolare art. 10 comma 7: l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kWp, anche collegati alla Rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali];
- D.M. 11 novembre 1999 Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79;
- Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3431 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.L. 29 dicembre 2003, n. 387 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia;
- Ordinanza PCM 3 maggio 2005, n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni

all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

- D.M. 28 luglio 2005 Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare;
- D.M. 6 febbraio 2006 Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare;
- D.M. 23 febbraio 2007 Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici;
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di degli impianti all'interno degli edifici.

Deliberazioni Autorità di Regolazione per Energia e Ambiente:

- Delibera n. 34/05 Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, e al comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239;
- Delibera n. 49/05 Modificazione ed integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 23 febbraio 2005, n. 34/05;
- Delibera n. 165/05 Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 23 febbraio 2005, n. 34/05 e approvazione di un nuovo schema di convenzione allegato alla medesima deliberazione;
- Delibera n. 188/05 Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005;
- Delibera n. 28/06 Condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387;
- Delibera n. 40/06 Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici;
- Delibera n. 260/06 Modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n.188/05, in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici;
- Delibera n. 90/07 Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica

mediante impianti fotovoltaici;

- Delibera ARG/elt 33/08 Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV;
- Delibera ARG/elt 74/08 Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP);
- Delibera ARG/elt 99/08 Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

3. Scelta e dimensionamento delle linee di distribuzione

Un impianto elettrico è sostanzialmente costituito dalle linee elettriche (condutture elettriche) che collegano il punto di consegna dell'energia elettrica con gli apparecchi utilizzatori.

Le apparecchiature elettriche assolvono il compito di assicurare alle linee la possibilità di svolgere la loro funzione con sicurezza e con continuità, in particolare gli apparecchi di protezione consentono di mantenere in funzione l'impianto garantendone al contempo la protezione da eventi accidentali.

3.1. Criterio di scelta del numero delle linee

In un impianto tutte le linee devono essere protette da appositi dispositivi situati nei quadri di distribuzione; se una linea alimenta più carichi è evidente che in caso di disattivazione per intervento del dispositivo di protezione o per manutenzione, aggiunte o modifiche, tutti i carichi vengono messi fuori servizio; pertanto il criterio fondamentale di scelta del numero di linee che assicura la massima continuità del servizio è quello di alimentare ciascun carico con una propria linea. Con questa soluzione viene assicurata anche la massima sicurezza, per la possibilità di adottare le protezioni più idonee per ciascun tipo di carico ed evitare interferenze tra essi. Nella pratica è opportuno avvicinarsi il più possibile a questa soluzione teorica, compatibilmente con esigenze di spazio e di oneri economici.

Qui di seguito vengono esposti alcuni criteri pratici di scelta da adottarsi nel caso di attività comuni.

Normalmente vengono alimentate con proprie linee le seguenti utenze:

- Uffici;
- Centrali termiche e di condizionamento;
- Computer;
- Ascensori e montacarichi;
- Macchine di potenza elevata destinate a non essere spostate per tutto il periodo di attività;
- Servizi di sicurezza.

Per impianti elettrici di uffici e di unità abitative è consigliabile alimentare attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili, facenti capo direttamente al quadro elettrico, almeno i seguenti circuiti utilizzatori:

- Illuminazione di base;
- Prese a spina da 10 A;
- Prese a spina da 16 A;
- Apparecchi utilizzatori con alimentazione diretta;
- Eventuale linea per l'alimentazione di utilizzatori con potenza maggiore di 2 kW.

Deve inoltre essere prevista una maggior suddivisione di circuiti ogni qualvolta si verificano le seguenti condizioni:

- Superficie abitabile maggiore di 150 m²;
- Linee per illuminazione suddivise a zone aventi area non superiore a 150 m²;
- Elevato numero di prese da 10 o 16 A, ciascuna linea non deve alimentare più di 15 prese;
- Elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi (scaldacqua, lavatrici, lavastoviglie, ecc.) aventi potenza totale maggiore di 3 kW, ogni apparecchio avente potenza superiore a 2 kW deve essere alimentato direttamente dal quadro con una linea protetta.

3.2. Dotazione elettrica

La dotazione elettrica e l'individuazione dei punti di utilizzazione all'interno dei singoli ambienti devono tenere in conto le indicazioni del committente, la tipologia dei locali, eventuali casi particolari quali luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione (classificazione dei locali).

4. Dimensionamento dei circuito

4.1. Calcolo della corrente d'impiego

La corrente di impiego I_B è la corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario:

- A livello dei circuiti terminali è la corrente corrispondente alla potenza apparente dell'utilizzatore. In presenza di avviamento motori o messe in servizio frequenti (ascensori o saldatrici a punti) è necessario tener conto delle correnti transitorie se i loro effetti si accumulano;
- A livello dei circuiti di distribuzione (principali e secondari) la corrente corrispondente alla potenza apparente richiesta da un gruppo di utilizzatori tenendo conto del coefficiente di utilizzazione e di contemporaneità.

Il valore efficace della corrente di impiego può essere calcolato utilizzando la formula seguente:

$$I_B = \frac{K_c * K_u * P}{V * \cos(\varphi)}$$

Dove:

- $V [V]$ è la tensione nominale del sistema;
- $P [VA]$ è la potenza totale dei carichi;
- $\cos(\varphi)$ = fattore di potenza medio;
- K_u è il coefficiente di utilizzazione;
- K_c è il coefficiente di contemporaneità.

Di seguito alcuni valori adottati per i coefficienti K_u e K_c .

Valori di K_u e K_c

Tipo di utilizzatore	K_u	K_c
Illuminazione	1	0,8
Motori da 0,5 a 2 kW (fino a 10)	0,7	0,6
Motori da 0,5 a 2 kW (oltre 10)	0,7	0,5
Motori da 2 kW a 10 kW (fino a 10)	0,75	0,7
Motori da 2 kW a 10 kW (oltre 10)	0,75	0,45
Motori da 10 kW a 30 Kw (fino a 5)	0,8	0,8
Motori da 10 kW a 30 Kw (oltre 10)	0,8	0,65
Motori oltre 30 kW (fino a 2)	0,9	0,9
Motori oltre 30 kW (oltre 10)	0,9	0,7

Forni a resistenza	1	
Raddrizzatori (fino a 10)	1	0,8
Saldatrici	Tra 0,7 e 1	
Ascensori impianti di sollevamento (fino a 4)	Tra 0,8 e 1	0,75
Ascensori impianti di sollevamento (oltre 10)	Tra 0,8 e 1	0,6
Pompe	1	0,9
Ventilatori	1	1

4.2. Scelta del conduttore in funzione della portata

Il dimensionamento per portata impone di rispettare alcune condizioni che garantiscono un funzionamento in assenza di sovratemperature eccessive.

La portata in regime permanente di una conduttura (I_z) è il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato.

È quindi la massima corrente che la conduttura può sopportare senza pregiudicare la durata della sua vita.

Dipende da diversi parametri come ad esempio:

- Costituzione del cavo e della canalizzazione;
- Materiale conduttore;
- Materiale isolante;
- Numero di conduttori attivi;
- Modalità di posa;
- Presenza di altri conduttori nelle vicinanze;
- Temperatura ambiente.

Il calcolo della portata dei cavi in regime permanente può essere fatta con le tabelle indicate nelle norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2 CEI-UNEL 35026.

4.3. Scelta del conduttore in funzione della caduta di tensione

Gli apparecchi che utilizzano energia elettrica funzionano correttamente in un intervallo definito attorno alla loro tensione nominale.

Per tale motivo si deve verificare che la caduta di tensione lungo una linea non assuma valori troppo elevati.

Le norme CEI stabiliscono per ciascun apparecchio utilizzatore la massima caduta di tensione ammessa, che per la stragrande maggioranza dei medesimi è del 4% (un'importante eccezione è la caduta di tensione ammessa nel caso di lampade fluorescenti pari al 3%).

Ad esempio, in un impianto di forza motrice che alimenta dei motori, una caduta di tensione

superiore al 4% può essere eccessiva in quanto il corretto funzionamento, in regime permanente, dei motori è generalmente garantito per tensioni comprese tra il $\pm 5\%$ della tensione nominale e la corrente di avviamento di un motore può raggiungere o anche superare il valore di $5\div 7 I_n$.

Se la caduta di tensione è pari al 6% in regime permanente, essa probabilmente raggiungerà, al momento dell'avviamento, un valore molto elevato. Questo provoca un cattivo funzionamento delle utenze più sensibili e difficoltà di avviamento del motore.

Ad una caduta di tensione del 15% corrisponde una riduzione della coppia di spunto pari circa al 28%.

Durante la fase di avviamento, si consiglia di non superare la caduta di tensione percentuale del 10% sul cavo del motore.

La caduta di tensione è sinonimo di perdite in linea e quindi di una cattiva ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia elettrica.

Per questi motivi è consigliabile non raggiungere mai la caduta di tensione massima ammessa.

Il valore della caduta di tensione può essere determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = K * I_B * L * (r * \cos(\varphi) + x * \sin(\varphi))$$

E in percentuale

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} * 100$$

Dove:

- I_B [A] è la corrente nel cavo;
- K è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase;
- L [km] è la lunghezza della linea,
- r [Ω /km] è la resistenza di un chilometro di cavo;
- x [Ω /km] è la reattanza di un chilometro di cavo;
- U_n [V] è la tensione nominale dell'impianto,
- $\cos(\varphi)$ è il fattore di potenza del carico.

4.4. Sezioni minime dei conduttori

Le sezioni minime dei conduttori di fase e neutro nei circuiti di tipo monofase e trifase sono indicate nella seguente tabella.

Sezione del conduttore di fase e sezione del conduttore di neutro

Sezione S_f dei conduttori di fase [mm ²]	Sezione S_n del conduttore di neutro [mm ²]
Monofase: $S_f \geq 1,5$	$S_n = S_f$
Trifase: $S_f \leq 16$	$S_n = S_f$
Trifase: $S_f > 16$	$S_n \geq S_f / 2$

Nel caso di circuiti trifase fortemente sbilanciati o con forte presenza di armoniche potrebbe essere necessario dimensionare il conduttore di neutro con sezioni superiori a quelle indicate in tabella.

4.5. Dimensionamento delle blindosbarre

I condotti sbarre sono regolamentati dalle Norme CEI 17-13/1 e 17-13/2 ossia dalle Norme relative ai quadri.

Per scegliere un condotto sbarra è necessario valutare i due seguenti parametri:

- Il valore della corrente (portata) che il medesimo deve erogare;
- Il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione, che il condotto sbarra deve poter sopportare.

Per la posa dei condotti sbarra è necessario seguire scrupolosamente le indicazioni delle case costruttrici, in quanto i collaudi prescritti dalle Norme sono riferiti a precise condizioni di installazione: se queste dovessero essere modificate non potrebbe più essere garantita la conformità dei condotti sbarre alle relative Norme.

4.6. Impianti civili

Negli impianti civili la lunghezza delle linee terminali, ovvero quelle che alimentano direttamente i carichi, in genere non è elevata e il dimensionamento del cavo è fatto solo in funzione della sua portata omettendo la verifica alla caduta di tensione.

La scelta della sezione dei cavi può essere fatta secondo la tabella seguente.

Sezioni minime del conduttore di fase

Tipo di linea	Sezione minima del conduttore di fase [mm ²]
Linea illuminazione di base	1,5
Linea con meno di 5 prese da 10 A	$S_f > 1,5$
Linea con meno di 5 prese da 16 A	$S_f > 2,5$
Apparecchio utilizzatore con alimentazione diretta, potenza inferiore a 2 kW	$S_f > 1,5$
Apparecchio utilizzatore con alimentazione diretta, potenza superiore a 2 kW	$S_f > 2,5$
Apparecchi utilizzatori aventi potenza complessiva inferiore a 2 kW	$S_f > 1,5$
Apparecchi utilizzatori aventi potenza complessiva superiore a 2 kW	$S_f > 2,5$

4.7. Requisiti e posa dei cavi**4.7.1. Prescrizioni generali per la posa dei cavi**

La posa dei cavi deve avvenire in modo da non dar luogo a sforzi di trazione permanenti, almeno che si usino tipi di cavi in grado di sopportare tale sforzo (autoportanti).

Durante le operazioni di posa, gli sforzi di trazione non devono essere applicati al rivestimento, bensì ai conduttori, per i quali non devono essere superate sollecitazioni superiori a 60 N per mm², se di rame, e 50 N per mm², se di alluminio. Durante le operazioni di tiro il cavo non deve ruotare sul proprio asse.

La temperatura di posa non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- Cavi in carta impregnata: 3 °C;
- Cavi in PVC: 0 °C;
- Cavi in materiali elastomerici (gomma): -25 °C.

Il raggio di curvatura dei cavi non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- Cavi con guaina in alluminio: 30 D;
- Cavi con altra armatura (piombo, rame ecc.): 16 D;
- Cavi senza alcun rivestimento metallico, cavi armati con isolamento elastomerico, cavi con isolamento minerale e guaina di rame: 12 D;

Dove D è il diametro esterno del cavo.

4.7.2. Prescrizioni particolari per la posa dei cavi

I tubi o condotti portacavi devono avere un diametro superiore a 1,4 volte il diametro, del cavo o del fascio di cavi. Se i tubi sono metallici, i cavi di tutte le fasi (compreso l'eventuale neutro) del medesimo circuito devono essere infilati nello stesso tubo. I tubi incassati nei muri o sotto intonaco devono avere percorsi paralleli od ortogonali agli spigoli della

muratura. Il raggio di curvatura dei tubi deve rispettare il valore previsto per i cavi;

I cavi in cunicoli devono essere provvisti di guaina protettiva. I cunicoli devono avere curvature compatibili con quella prevista per i cavi e dimensioni in grado di permettere l'ispezione e la sostituzione dei cavi. I canali portacavi devono avere una sezione utile sufficiente per permettere un'agevole installazione e rimozione dei cavi. Inoltre devono soddisfare le prescrizioni valide per i tubi.

I cavi a parete o a soffitto, su passerelle o su supporti distanziati devono essere provvisti di guaina protettiva. Nelle installazioni fisse, qualora sussistano rischi di danneggiamento dovuti a sollecitazioni meccaniche (fino ad un'altezza di 2,5 m), i cavi devono essere protetti opportunamente.

I cavi interrati devono essere muniti di guaina protettiva e di una protezione meccanica supplementare adatta a sopportare le prevedibili sollecitazioni meccaniche esterne.

4.7.3. Requisiti particolari

Propagazione del fuoco lungo i cavi: i cavi in aria installati singolarmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della fiamma prevista dalla Norma CEI 20-35; quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, devono essere conformi alla Norma CEI 20-22.

Provvedimenti contro il fumo: nel caso di installazione di notevoli quantità di cavi in ambienti chiusi, frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, devono essere adottati sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, cavi a bassa emissione di fumo come prescritto dalle Norme CEI 20-37 e 20-38.

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi: se i cavi sono installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovano a coesistere in ambienti chiusi con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi (Norma CEI 20-37 e 20-38).

4.7.4. Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL 00722 e 00712.

I conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone.

4.7.5. Cavi e regolamento di prodotti da costruzione (CPR) – CPR UE 305/11

La Norma CEI UNEL 35016 che fissa, sulla base delle prescrizioni normative installative CENELEC e CEI, le quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), che consentono di rispettare le prescrizioni installative della Norma CEI 64-8.

La suddetta Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici per installazioni permanenti negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile (esempi: abitazioni, edifici industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, ecc.).

Tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati, di qualsiasi livello di tensione e con qualsiasi tipo di conduttore metallico o in fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.

I cavi sono classificati in **7 classi** di reazione al fuoco **A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca}, F_{ca}** identificate dal pedice **ca** (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.

Oltre a questa classificazione principale, le Autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi:

- **a**: acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per le cose. Varia da a1 a a3;
- **s**: opacità dei fumi. Varia da s1 a s3;
- **d**: gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio. Varia da d0 a d2.

5. Protezione delle linee

Le protezioni delle linee costituiscono la parte essenziale di un impianto elettrico sia per garantirne il regolare funzionamento sia per evitare danni alle persone ed alle cose. Le Norme CEI 64-8 impongono la realizzazione delle seguenti protezioni:

- Contro i sovraccarichi;
- Contro i cortocircuiti;
- Contro i contatti indiretti.

Qui vengono considerate le prime due, mentre le protezioni contro i contatti indiretti vengono trattate nel prossimo capitolo.

5.1. Protezione da sovraccarico

La norma CEI 64-8 prescrive che i circuiti di un impianto (salvo eccezioni) debbano essere provvisti di dispositivi di protezione adatti ad interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un riscaldamento eccessivo e il conseguente danneggiamento dell'isolante del cavo del circuito.

Quindi i conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico (art. 433 norma CEI 64-8) oppure un cortocircuito (art. 434 norma CEI 64-8).

Ogni circuito è previsto protetto da un interruttore magnetotermico (in casi più rari da fusibili) che ne garantisce la protezione contemporanea contro sovraccarichi e corto circuiti.

Per la protezione da sovraccarico devono essere garantite le condizioni (CEI 64-8 art. 433.2):

$$\begin{aligned} I_B &\leq I_n \leq I_z \\ I_f &\leq 1,45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Dove:

- I_B : corrente di impiego del circuito;
- I_z : portata in regime permanente della conduttura;
- I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_f : corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale di condizioni definite.

Analizzando la prima equazione risulta evidente che si possono realizzare due condizioni di protezione distinte: una condizione di massima protezione, realizzabile scegliendo un interruttore con una corrente nominale prossima o uguale alla corrente di impiego I_B , ed una condizione di minima protezione scegliendolo con una corrente nominale prossima o uguale alla massima portata del cavo.

È chiaro che scegliendo la condizione di massima protezione si potrebbero verificare delle

situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, perché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di lievi sovraccarichi, sopportabili dalla condotta senza alcuna conseguenza.

Per contro la scelta di un interruttore con una corrente regolata uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito della durata del cavo che si troverebbe a lavorare sempre in condizioni di stress termico elevato.

La seconda equazione, impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata, poiché la corrente di sicuro funzionamento I non è mai superiore a $1,45 I_n$ ($1,3 I_n$ secondo CEI EN 60947-2; $1,45 I_n$ secondo CEI EN 60898), deve essere invece verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile.

5.2. Protezione da cortocircuito

Per la protezione contro il corto circuito deve essere garantito che (CEI 64-8 art. 434.3):

- Il potere d'interruzione dell'interruttore sia superiore al valore della I_{cc} ;
- Per tutti i valori della corrente di guasto, la caratteristica d'intervento del dispositivo di protezione, soddisfano l'equazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

Dove:

- t : durata in secondi;
- I : corrente effettiva di corto circuito in ampere, espressa in valore efficace;
- S : sezione dei conduttori in mm^2 ;
- K : coefficiente il cui valore è riportato nella norma CEI 64-8 e che varia al variare del tipo di cavo (115 per cavi in rame isolati in PVC, 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato, ecc.).

Nei casi in cui la protezione termica del cavo è omessa o sovradimensionata bisogna verificare anche la condizione di cortocircuito nel punto più lontano della condotta. Questo si realizza calcolando la I_{ccmin} e confrontandola con la corrente magnetica del dispositivo di protezione $I_{ccmin} \geq I_m$.

I criteri per la scelta del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti vengono indicati dalla Norma CEI 64-8 al capitolo 53.

Tutti i conduttori devono risultare adeguatamente protetti dal cortocircuito all'inizio della condotta fatta eccezione per i seguenti casi per i quali è richiesta però la verifica del minimo pericolo in caso di cortocircuito e che non vi sia presenza nelle vicinanze di materiali combustibili:

- Condutture che collegano sorgenti di energia (generatori, batterie, trasformatori, raddrizzatori) con i rispettivi quadri purché siano previsti su questi ultimi adeguati dispositivi di protezione;

- Circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli;
- Alcuni circuiti di misura.

È concesso installare il dispositivo di protezione dal cortocircuito entro una distanza massima di 3 m dall'inizio della condotta quando il tratto considerato sia realizzato in modo tale da rendere minima la possibilità che si manifesti un cortocircuito e che sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danni alle persone.

I dispositivi per la protezione da cortocircuito devono:

- Presentare un potere di interruzione adeguato in funzione della massima corrente presunta di cortocircuito che si può manifestare nel circuito considerato. Per i circuiti trifase occorre considerare sia il guasto trifase sia quello monofase;
- Intervenire in tempi tali da evitare surriscaldamenti dei conduttori oltre il limite ammesso.

Questa condizione deve essere verificata in qualsiasi punto dell'impianto (normalmente all'inizio e nel punto più lontano della condotta).

6. Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento sono intese a fornire una protezione parziale contro i contatti diretti.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

Sono queste ultime che vengono considerate ai fini del presente progetto; non sono quindi consentite misure di protezione del tipo:

- Mediante ostacoli;
- Mediante distanziamento.

In generale valgono le prescrizioni degli articoli 412 e 481.2 della norma CEI 64-8.

Ogni parte elettrica dell'impianto, sia in corrente alternata che in corrente continua, è da considerarsi in bassa tensione.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- Utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- Collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, ne' risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

7. Protezione contro dai contatti indiretti

Questo tipo di protezione viene definita dalla norma EN 61140 come “fault protection” (condizioni di guasto) il che prevede già un malfunzionamento dell'impianto e una prevenzione di possibili danni a persone o cose. La protezione contro i contatti indiretti e i mezzi per attuarla sono prescritti dagli articoli 413 e 481.3 della norma CEI 64-8.

La norma considera alcuni tipi di protezione contro i contatti indiretti.

7.1. Protezione senza interruzione automatica del circuito

La realizzazione di questo tipo di protezione avviene mediante:

- Mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente (art. 413.2);
- Quadri prefabbricati aventi un isolamento completo e cioè realizzato con apparecchi in classe II, involucro in materiale isolante, ecc.;
- Isolamento supplementare in aggiunta a quello principale;
- Separazione elettrica realizzata con un trasformatore di isolamento (art. 413.5);
- Locali in cui pavimenti e pareti sono in materiale isolante (luoghi non conduttori, art. 413.3);
- Locali in cui le masse siano collegate tra loro da un conduttore equipotenziale e non siano connesse con la terra (art. 413.4);

Protezione tramite interruzione automatica del circuito

È il metodo maggiormente usato per la maggior semplicità delle regole da osservare (rispetto a quelle previste dai casi precedentemente elencati) e per la minore dipendenza dalla conservazione nel tempo delle misure adottate per ottenere la protezione.

Perché si possa realizzare una protezione attiva contro i contatti indiretti è necessario che:

- Tutte le masse estranee e tutti gli elementi conduttori accessibili siano collegati all'impianto di terra tramite un conduttore di protezione. Due masse accessibili simultaneamente devono essere collegate al medesimo dispersore;
- I tempi di intervento della protezione siano tali da garantire l'incolumità della persona che venga a contatto con una massa accidentalmente sotto tensione. Il massimo tempo di intervento delle protezioni dipende:
 - Dal sistema di neutro;
 - Dalla tensione nominale tra fase e terra;
 - Dalle caratteristiche dell'ambiente.

La protezione mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione è richiesta quando, a causa di un guasto, si possono verificare sulle masse tensioni di contatto di durata e valore tali da rendersi pericolose per le persone.

Le prescrizioni da ottemperare per conseguire la protezione contro i contatti indiretti sono stabilite dalle norme CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua e dalle Norme CEI 11-8 per gli

impianti utilizzatori in media e in alta tensione.

Il criterio di protezione contro i contatti indiretti adottato è quello della interruzione automatica dell'alimentazione (se non diversamente specificato).

In particolare il dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o componente elettrico in modo che, tra una parte attiva e 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, una tensione superiore a quella di contatto limite convenzionale (previsti in 50 V in c.a. e 120 V in c.c.).

Per consentire il funzionamento della protezione le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.

7.2. Protezione dai contatti indiretti nei sistemi TT

Il sistema TT ha un punto collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione.

In caso di guasto a terra, il circuito percorso dalla corrente si richiude attraverso il terreno, in quanto il neutro del sistema e la massa interessata dal guasto fanno a capo a dispersori separati; il valore della corrente di guasto può essere molto contenuto.

La norma 64-8 nel caso di sistemi TT prevede che per attuare la protezione dai contatti indiretti deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_A * I_a \leq 50$$

Dove:

- R_A : è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a : è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 s;
- un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I_a deve essere la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Da ciò deriva che il valore di R_A risulta notevolmente diverso impiegando interruttori magnetotermici o differenziali.

Infatti con i primi si richiedono valori di resistenza di terra molto bassi, anche inferiori all'ohm, mentre per i secondi si possono realizzare impianti di terra con resistenza anche dell'ordine del migliaio di ohm.

Considerando la grande difficoltà per ottenere e mantenere nel tempo livelli di R_A così bassi da

garantire la protezione con interruttori automatici magnetotermici, l'impiego del differenziale diventa pressoché indispensabile.

7.3. Protezione dai contatti indiretti nei sistemi TN

Il sistema TN ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate a quel punto per mezzo del conduttore di protezione.

In caso di guasto a terra del sistema, il circuito percorso dalla corrente di guasto risulta costituito dai soli conduttori metallici, senza interessare l'impianto di dispersione a terra; il valore della corrente di guasto può essere molto elevato.

Si distinguono i seguenti tipi di sistemi TN, secondo la disposizione dei conduttori di neutro:

- TN-S: il conduttore di neutro e di protezione sono separati;
- TN-C-S: le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore in una parte del sistema;
- TN-C: le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore (PEN).

La Norma 64.8, nel caso di sistema TN, per attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali richiede soltanto che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la condizione:

$$Z_s * I_a \leq U_o$$

Dove:

- U_o è la tensione nominale verso terra dell'impianto, in volt;
- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a massa
- I_a è la corrente che provoca l'apertura automatica del dispositivo di protezione entro i tempi previsti dalla norma in funzione della tensione nominale verso terra del sistema, indicati nella seguente tabella.

Calcolo dei tempi di interruzione

U_o [V]	Tempi di interruzione [s]
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

I valori indicati sono validi per circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera 32 A; tempi convenzionali non superiore a 5 s sono ammessi per circuiti diversi da quelli appena menzionati (413.1.3.4 e 413.1.3.5 CEI 64-8).

Poiché nei sistemi TN un guasto franco a massa si traduce in un corto circuito in quanto la corrente di guasto percorre i conduttori di fase e di protezione non interessando in pratica

l'impianto di terra, le correnti di corto circuito possono assumere valori elevati nel qual caso la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori solo magnetotermici.

U_0/Z_s deve essere valutata nel caso peggiore cioè con l'impedenza di guasto di valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto circuito minima.

Nel caso in cui la condizione di protezione non fosse soddisfatta con l'impiego di interruttori magnetotermici è necessario ricorrere a dispositivi differenziali.

L'impiego di dispositivi differenziali soddisfa generalmente la condizione di protezione e non richiede il calcolo dell'impedenza totale dell'impianto Z_s .

7.4. Protezione dai contatti indiretti nei 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 neutro del sistema oppure a un punto neutro artificiale, che può venire collegato direttamente a terra quando l'impedenza di sequenza zero risultante sia sufficientemente elevata.

Se non esiste alcun punto neutro, si può collegare a terra attraverso un'impedenza un conduttore di linea.

Nel caso di un singolo guasto a terra la corrente di guasto è quindi debole e non è necessario interrompere il circuito se le prescrizioni che seguono sono soddisfatte.

Si devono tuttavia prendere precauzioni per evitare il rischio di effetti fisiologici dannosi su persone in contatto con parti conduttrici simultaneamente accessibili nel caso di doppio guasto a terra.

Le masse devono essere messe a terra individualmente, per gruppi o collettivamente.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E * I_d \leq U_L$$

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 e una massa. Il valore I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico.

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

Al secondo guasto (guasto su una fase differente o sul neutro) la condizione di intervento delle protezioni è differente a seconda della modalità di connessione a terra delle masse.

7.4.1. Masse collegate a una terra unica

In questo caso il secondo guasto di isolamento dà origine ad un'anello di guasto simile a

quello di un sistema TN (la corrente verso terra circola attraverso il conduttore di protezione che unisce le due masse)

7.4.2. Masse collegate a terra individualmente oppure a gruppi

Con questa modalità di connessione a terra l'anello di guasto è equiparabile a quello di un sistema TT (la corrente di guasto interessa i dispersori delle due terre distinte). Con connessione ad una terra unica o a più terre distinte le masse devono essere comunque connesse tra loro mediante un conduttore di protezione.

In caso di terra unica si possono identificare due condizioni di guasto a secondo della presenza o no del conduttore di neutro. Si precisa che la norma raccomanda di non distribuire il neutro nei sistemi IT.

Neutro non distribuito:

$$I_a \leq \frac{U}{2} * \left(\frac{1}{Z_s} \right)$$

Neutro distribuito:

$$I_a \leq \frac{U_o}{2} * \left(\frac{1}{Z'_s} \right)$$

Dove:

- I_a è la corrente di intervento del dispositivo di protezione [A];
- U_o è la tensione nominale tra fase e terra in valore efficace espressa in [V];
- U è la tensione nominale tra fase e fase in valore efficace espressa in [V];
- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di fase e il conduttore di protezione espressa in [Ω];
- Z'_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro e il conduttore di protezione espressa in [Ω].

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

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

8. Impianto di terra

8.1. Principali elementi

8.1.1. Dispersore di terra

Il dispersore di terra è un corpo conduttore o gruppi di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno.

Può essere naturale, se realizzato con strutture esistenti (ferri delle fondazioni in cemento armato, camicie metalliche dei pozzi; non sono utilizzabili le tubazioni dell'acquedotto pubblico), o artificiale se realizzato appositamente per questo scopo.

I dispersori artificiali sono costituiti da tubi, profilati, tondini, ecc., per i quali le Norme fissano dimensioni minime allo scopo di garantire la necessaria resistenza alle sollecitazioni meccaniche e soprattutto alla corrosione.

8.1.2. Conduttore di terra

I conduttori di terra, collegano il dispersore con il nodo di terra e gli elementi del dispersore fra loro. Il conduttore di terra deve essere in grado di resistere alla corrosione e di sopportare eventuali sforzi meccanici. Le sezioni minime dei conduttori di terra sono indicate nella Norma CEI 64-8 riportate in tabella:

Calcolo della sezione del conduttore di terra

Condizioni di posa	Materiale	Sezione minima [mm ²]
Protetto contro la corrosione	Rame o ferro	16
Non protetto contro la corrosione	Rame	25
Non protetto contro la corrosione	Ferro	50

8.1.3. Conduttore di protezione

I conduttori di protezione, collegano le masse al nodo di terra. La sezione minima dei conduttori di protezione è riportata nella seguente tabella.

Calcolo della sezione del conduttore di protezione

Sezione S_f dei conduttori di fase [mm ²]	Sezione S_p del conduttore di protezione [mm ²]
$S_f \leq 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_p = S_f / 2$

Se dall'applicazione della tabella risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- 2,5 mm² in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mm² se non vi è alcuna protezione meccanica.

8.1.4. Collegamento equipotenziale principale

Il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le masse estranee devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale.

Le masse estranee da collegare sono:

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

I conduttori equipotenziali principali collegano il nodo di terra alle masse estranee.

La massa estranea è una parte metallica, non facente parte dell'impianto elettrico, che presenta una bassa resistenza verso terra, ad esempio la tubazione idrica.

Se una persona entra in contatto con una massa in tensione per un guasto di isolamento e, contemporaneamente, con una massa estranea non collegata all'impianto di terra, è sottoposta ad una differenza di potenziale pericolosa, donde l'obbligo normativo di collegare a terra le masse estranee.

Per il dimensionamento della sezione dei conduttori equipotenziali principali ci si deve attenere alle seguenti condizioni (CEI 64-8):

$$S_e > S_p / 2$$

Dove:

- S_e : sezione del conduttore di protezione più elevata dell'impianto;
- S_p : sezione del conduttore equipotenziale principale.

Inoltre:

- S_e non può essere minore di 6 mm²;
- Se il conduttore equipotenziale è in rame non è richiesta una sezione S_e maggiore di 25 mm²;
- Se il conduttore equipotenziale è di altro materiale la sezione può non superare la sezione equivalente di quella del conduttore di rame di cui al punto precedente.

8.1.5. Nodo (collettore) di terra

Il nodo, o collettore, di terra, serve a unire gli elementi precedenti fra loro.

8.1.6. Collegamento equipotenziale supplementare

Il collegamento equipotenziale supplementare deve comprendere tutti gli elementi conduttori simultaneamente accessibili, cioè le masse dei componenti elettrici fissi e le masse estranee.

Il sistema equipotenziale deve essere connesso ai conduttori di protezione di tutti i componenti elettrici inclusi quelli delle prese a spina.

Il collegamento equipotenziale supplementare può interessare l'intero impianto, una sua parte, un componente dell'impianto, o un luogo; esso può essere richiesto per luoghi speciali come previsto dalla parte 7 della norma CEI 64-8 (ambienti ed applicazioni speciali).

I collegamenti equipotenziali sono previsti all'ingresso dei bagni e comunque nei locali ove si è in presenza di vasca da bagno o doccia (norma CEI 64-8/7).

I conduttori equipotenziali supplementari, collegano altre masse presenti in luoghi a maggior rischio elettrico (bagni, piscine, ecc.) al conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a una massa estranea deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Deve comunque valere quanto indicato dalla norma CEI 64-8 e cioè la sezione minima è data da:

- 2,5 mm² in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mm² se non vi è alcuna protezione meccanica.

Nel caso si utilizzino masse estranee per assicurare il collegamento equipotenziale supplementare, devono essere soddisfatte le prescrizioni indicate dalla norma CEI 64-8.

8.2. Progetto del dispersore

Valutare in sede di progetto la resistenza di terra di un impianto è cosa alquanto difficile, per almeno due motivi:

- Di solito la resistenza del terreno è conosciuta solo in prima approssimazione, e non si conosce come varia al variare della profondità.
- Il calcolo di R_T , nota la geometria dei conduttori e la resistenza del terreno, non è banale. Usualmente si usano formule approssimate.

Nel caso dei dispersori più comuni, la resistenza di terra può essere calcolata con le formule riportate in seguito.

Picchetto cilindrico verticale di lunghezza L e raggio r :

$$R_T = \frac{\rho}{2\pi * L} \left(\ln \frac{4L}{r} - 1 \right)$$

Corda conduttrice orizzontale di lunghezza L , raggio r , interrata ad una profondità h di almeno 50 cm:

$$R_T = \frac{\rho}{\pi * L} \left(\ln \frac{\sqrt{2L}}{\sqrt{r * h}} - 1 \right)$$

Maglia interrata, con area A e lunghezza totale dei conduttori L :

$$R_T = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}} + \frac{\rho}{L}$$

La resistività ρ del terreno dipende dal tipo di suolo in cui è sistemato l'impianto di terra ed è influenzata dall'umidità e, in misura inferiore, dalla temperatura.

Più precisamente essa diminuisce con l'aumento dell'umidità e con l'aumento della temperatura.

Nella tabella è riportata la resistività per alcuni tipi di terreni.

Resistività del terreno

Tipo di terreno	Resistività ρ [Ωm]
Soluzioni saline	< 2
Argille	2 - 8
Marne, torbe	3 - 150
Arenarie argillose	4 - 40
Calcari	20 - 2000
Sabbia, ghiaia	70 - 1000
Calcari quarziferi	30 - 10000
Rocce cristalline	> 800

Nel caso di due dispersori in parallelo, la resistenza di terra complessiva è maggiore o uguale del parallelo delle resistenze dei singoli dispersori.

La resistenza totale è pari al parallelo delle resistenze dei due dispersori se la distanza fra i due dispersori è almeno un ordine di grandezza superiore alla massima dimensione dei singoli dispersori.

Se la resistenza di terra non è opportunamente bassa la verifica dell'impianto di terra passa attraverso la misura delle tensioni di passo e di contatto.

Per ottenere tensioni di passo basse bisogna disporre i dispersori perimetrali dell'impianto in profondità, in modo da avere bassi gradienti di potenziale in superficie.

Per ottenere tensioni di contatto basse bisogna prevedere dispersori vicino alla superficie in prossimità di tutte le masse scoperte, e quindi toccabili, in modo da portare il potenziale del suolo il più vicino possibile a quello delle masse.

8.3. Omologazione e verifiche degli impianti di terra

Gli impianti di terra di nuova costruzione o rinnovati devono essere sottoposti all'omologazione da parte dell'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro).

Le modalità con le quali effettuare la denuncia degli impianti di terra sono riportate in apposita circolare emessa dal Dipartimento ISPESL incaricato dell'omologazione.

Le verifiche periodiche, successive a quelle eseguite per l'omologazione, per l'accertamento della conservazione degli impianti e del loro corretto funzionamento sono affidate alle ASL (Aziende Sanitarie Locali).

L'impostazione delle verifiche e la loro frequenza devono essere conformi alle linee generali del DLgs 81/2008 per quanto riguarda il rischio elettrico su impianti e macchinari.

La periodicità delle verifiche è stabilita in 5 anni per le cabine elettriche, 2 anni per gli impianti utilizzatori alimentati in media tensione e per tutti gli impianti utilizzatori dei luoghi di lavoro.

La documentazione da predisporre, indipendentemente dagli obblighi di legge dovrebbe dimostrare la corretta esecuzione dell'impianto, fornire i risultati della verifica finale ed indicare le modalità di gestione e manutenzione.

Una planimetria in scala opportuna deve evidenziare: il posizionamento e le caratteristiche dei dispersori di fatto, il posizionamento e le caratteristiche dei dispersori intenzionali, il posizionamento dei collettori principali, il percorso dei conduttori di terra, le loro caratteristiche e le condizioni di posa, il percorso dei conduttori equipotenziali, le loro caratteristiche e le condizioni di posa.

Per i dispersori di fatto realizzati con ferri di armature è sufficiente prevedere una semplice documentazione esplicativa.

I calcoli di progetto possono essere raccolti in schede che consentono di individuare il procedimento seguito partendo dai dati di riferimento sino al calcolo della resistenza di terra.

Allegato 2 – Quadri Elettrici

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Quadri di distribuzione per uso industriale	3

1. Premessa

Il presente allegato riporta la descrizione dei quadri elettrici dell'impianto elettrico.

Scopo di questa specifica è fissare i criteri base per il progetto, la costruzione, i collegamenti interni e le modalità di prova dei quadri elettrici di distribuzione a bassa tensione, di materiale plastico o in carpenteria metallica, destinato ad essere installato in luogo non classificato come luogo con pericolo di esplosione o di incendio.

2. Quadri di distribuzione per uso industriale

I quadri di questo tipo devono rispondere alla norma CEI EN 61439-1 CEI EN 61439-2. Devono rispondere alle norme CEI da questa richiamata e alle altre norme in quanto applicabili, in particolare alla norma CEI 64-8.

I quadri devono essere adatti alle seguenti condizioni ambientali:

- Temperatura minima: 0° C;
- Temperatura massima eccezionale: +40° C;
- Umidità relativa: 90%;
- Altitudine: < 1000 m slm;
- Installazione: all'interno;
- Tensione nominale: 400 V(ca);
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione di alimentazione degli ausiliari: come da schemi elettrici.

I quadri sono previsti per essere fissati a parete, incassato o a pavimento e chiusi su tutti i lati ed in particolare anche sul fondo.

I quadri devono essere realizzati in modo tale da consentire le future installazioni di altre partenze (almeno il 20% con un minimo di due) con la semplice aggiunta di elementi e senza modifiche sostanziali alle strutture; devono comprendere, inoltre, un vano apposito per la conservazione degli schemi elettrici.

Il fronte del quadro deve essere chiuso da una portina esterna che garantisce un grado di protezione non inferiore a IP3X; la chiusura è effettuata mediante chiavistelli a impronta triangolare o esagonale.

L'apertura della suddetta portina consente l'accesso agli apparecchi i cui comandi fuoriescono attraverso apposite fessure praticate sul pannello interno; quest'ultimo è chiuso con viti; l'apertura del pannello interno consente l'accesso al cablaggio e alle morsettiere.

Il comando degli apparecchi di manovra, la sostituzione di eventuali fusibili ed in definitiva tutte le manovre di esercizio sui quadri, devono essere possibili dal fronte, senza richiedere l'apertura del pannello interno, ma solo della portina esterna.

Deve risultare agevole l'accesso e la sostituzione di qualsiasi apparecchiatura componente il quadro senza smontaggio degli elementi non interessati.

Gli interruttori devono essere posti in posizione verticale, con leve in posizione alto (chiuso) e basso (aperto), nel caso tale posizione non fosse possibile, si possono installare gli apparecchi in posizione orizzontale, con precisa indicazione dello stato di chiuso e di aperto. Le derivazioni dalle sbarre generali agli interruttori di partenza devono essere fatte in modo che i morsetti superiori siano collegati all'alimentazione ed i morsetti inferiori siano collegati

all'uscita.

I quadri devono essere realizzati in modo tale che tutte le parti alimentate da un interruttore generale di ingresso risultino segregate da quelle adiacenti, alimentate da altro eventuale interruttore generale; la segregazione, che ha lo scopo di evitare i contatti diretti, deve essere realizzata con protezione non inferiore a IP20. Quando il tipo di quadro prescelto non consenta in modo semplice questa soluzione, devono essere installati quadri distinti, affiancati.

I collegamenti tra elementi meccanici e tra conduttori elettrici sono realizzati tutti indistintamente con sistemi antiallentanti.

Il quadro deve essere fornito completo di tutti gli accessori necessari per il fissaggio a parete o incassato, quali viti, bulloni, dadi o profilati di appoggio da annegare nel cemento.

I quadri devono essere provvisti di interruttore (o di sezionatore) onnipolare su ciascuna delle alimentazioni entranti. È vietato l'impiego del blocco porta e del microinterruttore di apertura sulla portina.

I quadri saranno provvisti di una morsettiera per l'entrata dei conduttori solo se necessario: è raccomandato che il collegamento della linea di ingresso al quadro avvenga direttamente sui morsetti di monte dell'interruttore generale, senza passaggio attraverso morsettiera.

Per il collegamento tra l'interruttore generale e gli interruttori posti a protezione delle linee in partenza, quando questi siano più di quattro, è richiesto l'uso di un pettine.

Per l'uscita dei conduttori deve essere realizzata una morsettiera.

Ciascuna apparecchiatura componente il quadro deve portare una dicitura o sigla di identificazione; la dicitura o sigla deve corrispondere a quella indicata sui disegni.

Il quadro deve essere provvisto di targhette di identificazione degli apparecchi, saldamente fissate sulla portina interna.

Per i cablaggi all'interno dei quadri devono essere osservate le seguenti prescrizioni:

- Tutti i conduttori di collegamento devono essere numerati ad entrambe le estremità, analogamente per i morsetti;
- I contrassegni devono riportare le sigle ed i numeri indicati sui disegni e sugli schemi;
- I conduttori all'interno dei quadri devono essere legati in fasci o raccolti entro canalette facilmente ispezionabili, costruite in materiale non propagante l'incendio o incombustibile.

L'accesso all'interno di una porta, dopo apertura dell'unico interruttore (o sezionatore) generale, non deve rendere possibile il contatto diretto con alcun elemento che rimane in tensione (morsettiera di ingresso, morsetti di voltmetri, morsetti a monte dell'interruttore generale d'ingresso ecc.): tutti questi elementi devono essere segregati.

I morsetti a monte dell'interruttore o dell'interruttore di manovra di ingresso devono essere protetti contro i contatti diretti che possono verificarsi a carico del personale che accede

all'interno del quadro per interventi sui circuiti: la protezione è realizzata con robusto schermo trasparente, recante il segno di pericolo elettrico, costituito di una freccia rossa (indicazione della presenza di tensione), o in maniera equivalente.

Gli eventuali trasformatori, previsti per tensione inferiore a 50 V, devono essere conformi alla norma CEI 96-2 e devono portare, sulla targa, il contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità o di un equivalente istituto straniero.

I circuiti ausiliari in corrente alternata devono essere sistematicamente del tipo FELV (Functional Extra Low Voltage), per i quali la norma CEI 64-8/4, prevede la protezione contro i contatti diretti e indiretti come per i circuiti di energia.

Ciò comporta che:

- I circuiti ausiliari (campanelli, citofono, comandi di contattori, eccetera) devono essere protetti tramite barriere o involucri aventi le stesse caratteristiche di quelli utilizzati per i circuiti di energia (CEI 64-8/4);
- Uno dei conduttori attivi del secondario dei trasformatori di sicurezza che alimentano tali circuiti deve essere collegato al conduttore di protezione; l'impianto già provvede ad una protezione differenziale per tutti gli altri circuiti di energia.

Ogni quadro deve avere una propria sbarra o morsettiera di terra prevista per la massima corrente di terra da cui il quadro può essere interessato, con adatto dispositivo di connessione diretto alla eventuale massa del quadro e al dispersore di terra.

È vietato il raggruppamento dei conduttori di protezione sotto un unico morsetto.

Tutte le strutture di uno stesso quadro devono essere connesse direttamente alla sbarra di terra, in modo tale che la rimozione di un elemento non interrompa la continuità di parte del circuito di protezione.

Per porte, pannelli e simili, la continuità elettrica stabilita da viti, bulloni, cerniere ecc. è da ritenersi sufficiente, a condizione che su di essi non sia montato alcun apparecchio attivo appartenente a sistemi di categoria superiore alla categoria zero.

Se quest'ultima condizione non è soddisfatta, la continuità elettrica dovrà essere assicurata da apposito conduttore di protezione, in corda flessibile di sezione non inferiore a 6 mm².

Le connessioni dei cavi dovranno essere eseguite con capi corda applicati a pressione con apposite pinze.

I cavi impiegati devono avere isolamento 06/1 kV.

Gli strumenti di misura devono avere precisione di classe non inferiore a 1,5.

Gli amperometri devono avere scala logaritmica e devono essere del tipo termico con indice di massima.

Il quadro deve recare una targa conforme alla norma CEI pertinente; si ricorda in particolare

l'obbligo di indicare:

- Nome del costruttore;
- Numero di matricola;
- Anno di costruzione;
- Tensione nominale;
- Valore della corrente di corto circuito sopportabile e massima durata di tale corrente;
- Corrente nominale.

Inoltre deve essere posto sul fronte quadro, in posizione visibile, un pannello serigrafato rappresentante lo schema elettrico del quadro.

Deve risultare impossibile l'accesso, all'interno del quadro, di piccoli animali.

A tal fine, dopo il collegamento dei cavi, deve essere installato, sul fondo del quadro, verso ogni apertura, un vassoio sul quale gettare uno strato solido (gesso, cemento e sabbia o simili), approvato dalla direzione dei lavori.

La gettata deve avere una consistenza tale da consentire la sua rottura con adatti attrezzi, senza danneggiamento dei cavi passanti attraverso di essa.

Il quadro ed i suoi componenti sono soggetti a determinate prove e verifiche di collaudo atte ad accertare la rispondenza costruttiva e funzionale alle norme, alla presente specifica e ad altri documenti eventuali che fanno parte dell'ordine.

Le prove di tipo hanno lo scopo di verificare le caratteristiche dichiarate dal Costruttore e/o richieste dalla presente specifica tecnica.

Esse vengono effettuate presso l'officina del Costruttore e/o presso Istituti specializzati e comprendono:

- a) Verifica dei limiti di sovratemperatura;
- b) Verifica della tenuta alla tensione applicata;
- c) Verifica della tenuta al corto circuito;
- d) Verifica della efficienza del circuito di protezione;
- e) Verifica delle distanze in aria e superficiali;
- f) Verifica del funzionamento meccanico;
- g) Verifica del grado di protezione.

Le prove di accettazione hanno lo scopo di rilevare eventuali difetti dei materiali e degli apparecchi usati e/o di costruzione e di montaggio.

Vanno eseguite su tutti i quadri a montaggio ultimato, presso l'officina del costruttore e comprendono:

- a) Ispezione dell'apparecchiatura, ivi compreso il controllo del cablaggio e, se necessario, una prova di funzionamento elettrico;
- b) Verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione;

c) Verifica della resistenza di isolamento.

Il costruttore del quadro deve rilasciare la dichiarazione di conformità, completa degli allegati obbligatori, che attesti la rispondenza del quadro fornito alle norme CEI, secondo quanto prescritto dal DM 37/08; la garanzia deve in particolare riguardare:

- Il grado di protezione contro i contatti diretti (IP 20 ed IP 30);
- La sovratemperatura delle parti interne del quadro con il carico nominale previsto; la tenuta al corto circuito.

Le apparecchiature montate all'interno del quadro devono essere scelte fra quelle dei migliori costruttori: sono comunque preferiti costruttori italiani anche per esigenze di ricambio e di assistenza tecnica.

Se i prodotti offerti differiscono da quelli previsti dal progetto, con l'offerta devono essere prodotti i seguenti documenti:

- Descrizione del quadro e delle unità funzionali che lo formano, con elenco delle apparecchiature montate e delle relative caratteristiche;
- Disegno di massima del quadro (fronte e lato), con pesi ed ingombri;
- Schema unifilare di massima.

Entro il termine stabilito nel contratto il Costruttore dovrà inviare alla Committente i disegni sotto elencati per approvazione e/o commenti.

- a) Disegni costruttivi del quadro con quote, sezioni e disposizione degli apparecchi;
- b) Schema unifilare con l'indicazione degli apparecchi del quadro;
- c) Schemi funzionali comprendenti anche eventuali funzioni di elementi esterni ai quadri (quali interblocchi, segnalazioni e comandi);
- d) Tabelle di coordinamento delle protezioni;
- e) Ove richiesto, manuali di funzionamento.

Allegato 3 – Rete dati

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Normativa di riferimento	3
3.	Cablaggio strutturato	4
4.	Architettura della rete	5
4.1.	Utenza.....	5
4.2.	Patch panel	5
4.3.	Cavi.....	6
4.4.	Quadro rete dati	6
5.	Posa in opera del sistema	7
6.	Certificazione e garanzia	9

1. Premessa

Il presente allegato riporta la descrizione della rete dati dell'impianto elettrico.

2. Normativa di riferimento

Oltre alle norme relative agli impianti elettrici di potenza, indicate nella relazione allegata, si devono tenere in considerazione anche le seguenti normative:

- CEI 74-2 Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione comprese le apparecchiature elettriche per ufficio (sicurezza);
- CEI EN 50098-1 Cablaggi nei locali degli utilizzatori per le tecnologie dell'informazione Accesso Base ISDN;
- EN 50098-2 Customer premises cabling for information Technology - Part.2: 2048 Kbit/s ISDN primary access and leased line network interface;
- EN 60603-7 Connector for frequencies below 3 MHz - Part.7: Detail specification for connectors, 8 way, including fixed and free connectors with common mating features (IEC 603- 7);
- EIA/TIA 568A - 568B: Definizione e classificazione del cablaggio strutturato e dei componenti;
- EIA/TIA 569: Regole e procedure d'installazione;
- EIA/TIA 606: Regole per l'amministrazione di sistemi di cablaggio;
- EIA/TIA 607: Regole per la messa a terra di cablaggi di tipo schermato;
- EIA/TIA TSB67: Test dei sistemi di cablaggio;
- ISO/IEC 11801: Regole per il cablaggio strutturato, emesso in ambito internazionale (Comitato ISO);
- EN 50173: Definizione e classificazione del cablaggio strutturato e dei componenti, emessa in ambito europeo dal CENELEC;
- EN 50174-1/-2/-3: Regole e procedure d'installazione, emessa in ambito europeo dal CENELEC.

Per quanto sopra, onde evitare che il sistema di cablaggio degradi le caratteristiche del sistema, si farà inoltre riferimento alla rispondenza delle direttive emesse dalla Comunità Europea in termini di Compatibilità Elettromagnetica [normative CEI EN 50081-1 (CEI 110-7), EN 50082-1 (CEI 110-8), EN 55022, EN 55024], anche se il cablaggio di edificio, viene considerato come un sistema passivo e quindi non soggetto ad essere testato individualmente sulle EMC.

Per tutti gli aspetti non esplicitamente citati verrà rispettata l'aderenza a tutte le direttive comunitarie europee in vigore, anche se non ancora recepite e/o perfezionate nelle normative nazionali (Circolare Funzione Pubblica n°51223 del 21 Maggio 1990).

3. Cablaggio strutturato

È prevista la realizzazione di una nuova rete di cablaggio strutturato per la telematica e la telefonia al servizio dei locali oggetto di intervento.

L'installazione dovrà comprendere:

- La rete interna con cablaggio strutturato in categoria 6;
- Il centro stella del sistema con un armadio per l'eventuale centrale telefonica e per gli apparati passivi e/o attivi di collegamento;
- La realizzazione della rete terminale dall'armadio fino alle postazioni di lavoro.

La posizione dal quale si dirameranno tutte le linee principali della rete è identificata nella stanza all'interno della quale si trova il centro stella dell'impianto ovvero il retro del punto vendita.

Il cablaggio orizzontale (collegamento tra l'armadio di permutazione e le singole prese negli) verrà realizzato con cavo UTP a 4 coppie che si attesterà sulle prese della postazione di lavoro.

Per il collegamento delle apparecchiature della rete telematica e telefonica si utilizzeranno prese tipo RJ45.

Il sistema sarà realizzato in categoria 6.

Il sistema nel suo complesso rispetta gli standard d'interconnessione emanati dai seguenti organismi:

- ANSI: American National Standard Institute;
- ISO: International Standard Organization;
- IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- ITU-T: International Telecommunications Union.

4. Architettura della rete

Dal centro stella si diramano, tramite cavi, i collegamenti verso le postazioni utente. Tutti i cavi verranno completamente dotati di connettori tipo RJ45 ed attestati ai rispettivi pannelli di permutazione, o se terminali, alle prese di utente.

Comprenderà tutta la componentistica necessaria a equipaggiare e a interconnettere le postazioni utente fonia/dati complete di prese RJ45 UT ed i rispettivi cavi 4cp UTP di Cat.6.

Tutta la infrastruttura proposta dovrà rispondere pienamente alla Cat.6 dello Standard ISO/IEC 11801 e EN 50173, garantendo la capacità di trasporto di informazioni richiesta dallo standard.

Qualsiasi tipo di applicazione potrà essere utilizzata senza effettuare nessuna modifica architettureale o di cablaggio.

Ogni cavo a 4cp UTP di Cat.6 sarà completamente connesso agli 8 pin della presa RJ45. Pertanto sarà l'applicazione che utilizzerà i pin di cui necessita per il corretto funzionamento.

4.1. Utenza

Il sistema di interconnessione dovrà essere di tipo modulare, costituito da inserti RJ45 (in schema universale 568 A/B) in tecnologia Lead Frame, aventi il contatto di tipo IDC disposto a 45° rispetto all'asse longitudinale del conduttore in lega di ottone con placcatura in argento. Mentre la sua conformazione meccanica sarà atta a garantire una tenuta di connessione sicura nel tempo contro le forze torsionali ed assiali.

Ciascuna postazione d'utente sarà quindi equipaggiata con prese RJ45 UTP, montate in scatole tipo 503/504.

Essa si presenterà in maniera univoca all'utilizzatore ed indipendente dal tipo di applicazione a cui può essere destinato ogni singolo frutto RJ45.

L'inserto (frutto RJ45) impiegato è identico elettromeccanicamente a quello installato sui patch panel posizionati all'interno del rack 19".

Ad ogni presa sarà attestato un distinto cavo a 4cp UTP di Cat.6.

4.2. Patch panel

Il pannello di permutazione dovrà essere installato all'interno del quadro rete dati, per l'attestazione di cavi a 4cp UTP di Cat.6 provenienti dalle postazioni d'utente e la sua relativa permutazione verso gli apparati.

Il pannello avrà una struttura in lamiera metallica verniciata di spessore 10/10mm, parte frontale in UL 94V – 0 di colore nero provvista di supporto per rack 19", altezza da 1U da 24 prese RJ45 UTP di Cat.6 dello stesso tipo di quelle utilizzate per la postazione utente.

Il permutatore sarà dotato di etichette identificative di ogni singola utenza, univoca per l'intera unità.

La stessa dicitura sarà riportata anche sui due estremi del cavo, e sul connettore installato sulla borchia d'utente.

A corredo dei permutatori dovranno essere forniti dei pannelli guida permutate in tecnica 19", per il corretto incanalamento delle relative bretelle necessarie all'attestazione dei cavi all'apparato attivo o ad altra tratta di cavo secondo la configurazione di apparecchi/apparati da attivare.

4.3. Cavi

I cavi saranno posati nelle tubazioni e/o canalizzazioni di distribuzione dedicate, all'interno dei locali, fino all'armadio di attestazione (secondo quanto previsto dalla EIA/TIA 569).

All'interno della struttura di cablaggio verranno utilizzati cavi in rame schermati di Cat. 6 da 4cp UTP guaina esterna LSZH, 31db a 100MHz e 19db a 200MHz.

4.4. Quadro rete dati

Il quadro rete dati avrà la funzione di contenimento dei componenti dei nodi di concentrazione (dagli apparati attivi ai patch panel di permutazione della rete di distribuzione fisica, sia dati che fonia).

Il quadro dovrà essere basato sulla tecnica 19", composto da telaio in lamiera d'acciaio, porta frontale con telaio in acciaio e vetro con serratura a chiave.

Il quadro dovrà essere realizzato in conformità alle direttive 73/23/CEE, 89/336/CEE ed in applicazione delle norme tecniche armonizzate CEI EN 60950 (Sicurezza tecnologia dell'informazione) e CEI EN 55022 (Compatibilità elettromagnetica, emissione per apparecchi per la tecnologia dell'informazione).

5. Posa in opera del sistema

Utilizzare componenti certificati dal costruttore come di una determinata categoria non è sufficiente affinché l'intero sistema sia conforme ai parametri della categoria voluta.

È altresì necessario il rispetto di determinate norme d'installazione, nonché di eventuali specifiche indicazioni del costruttore dei materiali.

Alcune regole d'installazione che assicurano la realizzazione a regola d'arte dell'impianto, con particolare riferimento alla parte di cablaggio in rame, sono:

- Durante la posa, i cavi devono essere srotolati ed accompagnati al fine di evitare rotture, torsioni, trazioni e deformazioni alle coppie interne. Evitare tassativamente di calpestare i cavi;
- Nel fissaggio di cavi o fasci di cavi, evitare di strozzare gli stessi con collari o fascette, ma lasciare sempre uno spazio adetto;
- Nella posa dei cavi in canalizzazioni, evitare gli spigoli vivi e mantenere raggi di curvatura generosi (6 - 8 volte il diametro del cavo);
- In caso il cavo si danneggi durante la posa (torsioni, rotture, tagli, etc.), deve essere sostituito, mai riparato!;
- Installare i cavi il più lontano possibile da sorgenti di disturbo elettromagnetico;
- Separare fisicamente i cavi di segnale da quelli di alimentazione (utilizzando tubazioni separate o canaline a più scomparti);
- Rispettare tassativamente la massima lunghezza ammessa di 90m per il link (tratta tra la presa RJ45 della postazione di lavoro e la rispettiva presa sul quadro ripartitore).

Le connessioni verranno effettuate, in modo tale che la lunghezza non binata di una coppia verso i pin della presa RJ45, sia la più breve possibile e la lunghezza della guaina rimossa a protezione del cavo, sarà quella strettamente necessaria all'installazione del connettore, garantendo in ogni caso che la parte sbinata delle coppie non sia superiore a 13 mm, al fine di minimizzare l'impatto delle terminazioni sulle caratteristiche di trasmissione.

Il cavo verrà sguainato ed attestato tramite apposito attrezzo, al fine di evitare qualsiasi degrado dell'isolante delle coppie.

Per garantire la continuità di schermo, rigirare sulla parte non sguainata la parte di schermo necessario e poi inserire a chiusura lo schermo fissandolo al frutto e girando la ghiera in senso orario per garantire una perfetta tenuta meccanica ed elettrica di continuità.

In corrispondenza dei rack contenenti apparati o permutatori i cavi saranno posati e fascettati nella parte posteriore del rack (sull'apposito supporto) dividendoli a gruppi fino al raggiungimento del punto di attestazione, onde evitare che il cavo degradi le sue caratteristiche a causa di eccessive curvature.

Durante la posa dei cavi si avrà la massima cura di non superare sia la tensione di tiro sia il

raggio di curvatura minimo, onde evitare il degradamento delle loro caratteristiche tecniche. All'interno dell'armadio i cavi saranno fascettati e legati ai montanti del rack, dal basso verso l'alto, preferibilmente dalla parte posteriore, provvedendo inoltre a dividerli a gruppi (tanti quanti ne può attestare un permutatore), fino a raggiungere il permutatore di attestazione

In corso d'opera dovranno essere etichettati con criterio logico e razionale tutti i link realizzati.

Detta etichettatura dovrà essere riportata su ogni presa sia lato postazione di lavori sia lato ripartitore.

La numerazione adottata sarà la stessa riportata sui report di certificazione che saranno rilasciati a impianto ultimato.

6. Certificazione e garanzia

Per ogni link del sistema di cablaggio strutturato realizzato dovranno essere misurati i seguenti parametri:

- Lunghezza: determinata usando il tempo che un segnale trasmesso impiega per tornare indietro alla fine del cavo; è determinante conoscere la velocità nominale di propagazione del cavo (NVP), che varia secondo il modello e/o il costruttore;
- Wiremap: verifica pin-to-pin delle connessioni e della continuità del cavo. Dal risultato sono facilmente identificabili problemi di corto circuito, circuiti aperti o collegamenti errati;
- Attenuazione: misura del segnale perso nel link. Il valore riscontrato viene confrontato con i valori limite legati alla frequenza di misura;
- NEXT: misura dell'ammontare dei segnali trasmessi indotti elettromagneticamente su coppie adiacenti, effettuata all'inizio del cavo;
- ACR (calcolato): calcolato come differenza tra NEXT ed attenuazione, indica la quantità di segnale leggibile al termine del collegamento;
- FEXT: indice del disturbo tra le coppie misurato alla fine del cavo (dove termina la trasmissione). Dipende dalla lunghezza del collegamento;
- ELFEXT (calcolato): valore di FEXT normalizzato, viene eliminata la dipendenza del FEXT dalla lunghezza del collegamento.
- Return Loss: rapporto tra potenza trasmessa e potenza riflessa. Indica la quantità di segnale riflessa verso la sorgente a causa di un disadattamento dell'impedenza del cavo;
- Delay skew: differenze di tempo impiegato dalle coppie per la trasmissione di un segnale, misurata come differenza tra la coppia più "veloce" e quella più "lenta".
- PSNEXT: misura dell'effetto NEXT cumulativo di tre coppie sulla quarta;
- PSELFEXT: misura dell'effetto ELFEXT cumulativo di tre coppie sulla quarta.

Le misure dovranno essere eseguite con apposito strumento certificatore, idoneo alla certificazione in classe 6, con il fine di:

- Verificare la corretta installazione dei cavi e la corretta esecuzione delle connessioni;
- Certificare la conformità del sistema di cablaggio realizzato allo standard della categoria 6.

Dovrà essere rilasciata la stampa originale delle misure e rispettivi valori misurati, per ogni singolo punto del sistema.

Al fine di assicurare il mantenimento delle prestazioni del sistema nel tempo, tutto il sistema di cablaggio strutturato dovrà essere garantito direttamente dal costruttore per un totale di anni 25 (venticinque).

Allegato 4 – Sistema di rivelazione incendio

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio ...	3
3.	Ambienti da sorvegliare	4
3.1.	Suddivisione in zone	5
1.	Centrale di controllo e segnalazione	7
1.1.	Ubicazione	7
1.2.	Segnalazioni e dispositivi di allarme e guasto.....	8
2.	Dispositivi di avviso di allarme incendio	9
2.1.	Avvisatori acustici di allarme incendio	9
2.2.	Avvisatori luminosi di allarme incendio	10
2.3.	Alimentazione.....	11
3.	Connessioni cavo.....	13
3.1.	Connessioni via cavo tensioni minori di 100 V _{c.a.}	13
3.2.	Connessioni via cavo tensioni minori di 100 V _{c.a.} per EVAC.....	14
3.3.	Connessioni via cavo tensioni maggiori di 100 V _{c.a.}	14
3.4.	Connessioni via cavo per lo scambio di informazioni	14
3.5.	Posa dei cavi.....	15
4.	Rivelatori.....	17
4.1.	Rivelatori puntiformi di calore	17
4.2.	Rivelatori puntiformi di fumo	19
4.3.	Rivelatori ottici lineari di fumo	23
5.	Sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio	26
5.1.	Centrale di controllo e segnalazione dei sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio	26

1. Premessa

Il presente allegato riporta la descrizione del sistema di rivelazione incendi.

2. Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio

I componenti dei sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio sono specificati nella norma UNI EN 54-1.

I sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio, devono comprendere in ogni caso (vedere figura seguente):

- rivelatori automatici d'incendio (A);
- punti di segnalazione manuale (D);
- centrale di controllo e segnalazione (B);
- apparecchiatura di alimentazione (L);
- dispositivi di allarme incendio (C).

Oltre a tali componenti possono essere collegate al sistema le funzioni M e P, E e F, J e K, G e H e N e O della figura seguente.

Nei sistemi fissi di sola segnalazione manuale sono assenti i rivelatori automatici d'incendio A ma devono essere presenti le funzioni B, C, D e L.

Sistema di rivelazione e allarme incendio: funzioni e apparecchiature associate

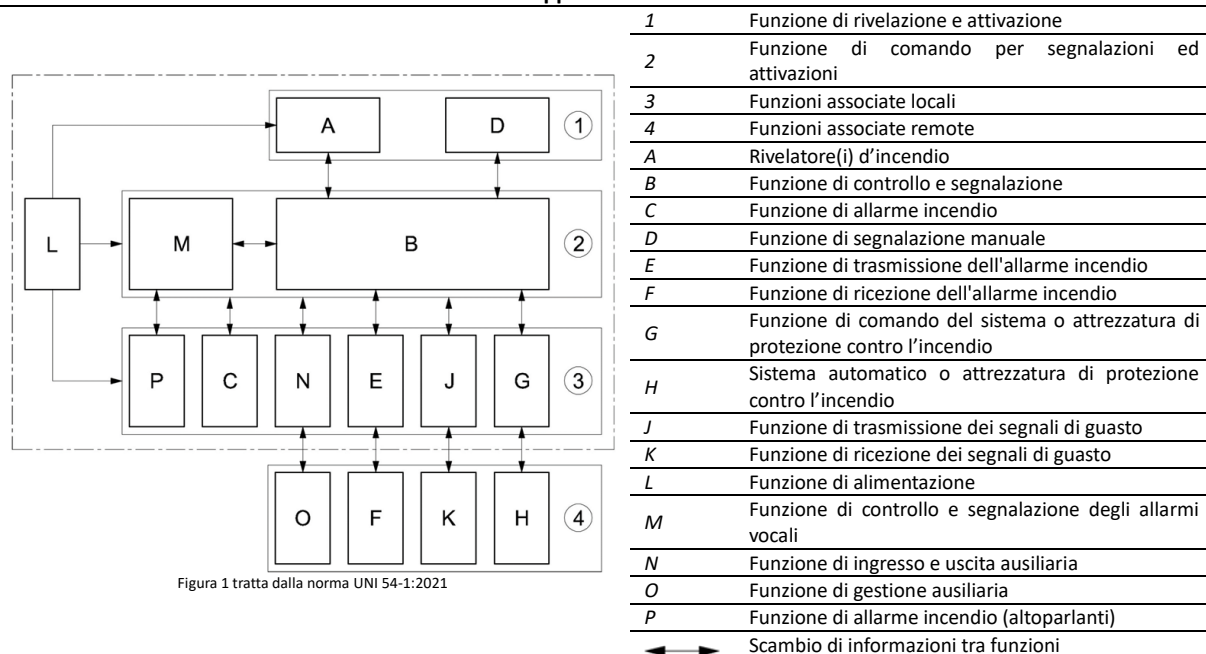


Figura 1 tratta dalla norma UNI 54-1:2021

Gli elementi G e H possono richiedere alimentatori separati e conformi alla specifica norma di riferimento (per esempio evacuatori fumo calore con alimentatori UNI EN 12101-10).

Le linee che collegano i diversi componenti indicano i flussi di informazione e non le interconnessioni fisiche.

Per i collegamenti agli elementi G è necessaria la segnalazione di guasto sulla centrale per corto circuito o interruzione di linea come previsto dalla UNI EN 54-2. Nel caso non sia possibile realizzare quanto precedentemente indicato è necessario un controllo indiretto (per esempio fermo elettromagnetico con contatto di stato porta).

Le funzioni incluse all'interno dell'area tratteggiata fanno parte dell'impianto di rivelazione incendio soggette alle parti della norma UNI EN 54.

3. Ambienti da sorvegliare

Le aree sorvegliate devono essere interamente tenute sotto controllo dal sistema di rivelazione.

All'interno di un'area sorvegliata, devono essere direttamente sorvegliate dai rivelatori anche le seguenti parti, con le eccezioni indicate più sotto:

- locali tecnici di elevatori, ascensori e montacarichi, condotti di trasporto e comunicazione, nonché vani corsa degli elevatori, ascensori e montacarichi;
- cortili interni coperti;
- cunicoli, cavedi e passerelle per cavi elettrici;
- condotti di condizionamento dell'aria, e condotti di aerazione e di ventilazione;
- spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati (si intendono controsoffitti e sottopavimenti sino ad un'altezza massima di 1,5 m, per altezze maggiori di 1,5 m si intende locale).

Possono essere non direttamente sorvegliate dai rivelatori le seguenti parti, qualora non contengano sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili e cavi elettrici, ad eccezione, per questi ultimi, di quelli strettamente indispensabili all'utilizzazione dell'illuminazione dei locali:

- piccoli locali utilizzati per servizi igienici, a patto che essi non siano utilizzati per il deposito di materiali combustibili o rifiuti;
- banchine di carico scoperte (senza tetto);
- condotte di condizionamento dell'aria di aerazione e di ventilazione che rientrino in una delle condizioni sotto indicate:
 - Nei canali di mandata:
 - canali con portata d'aria minore di 3500 m³/h
 - Nei canali di ripresa e/o di ricircolo:
 - quando l'intero spazio servito dall'impianto è completamente protetto da un sistema di rivelazione, o
 - quando l'edificio è di un solo piano, o
 - quando l'unità ventilante serva solo a trasferire l'aria dall'interno all'esterno dell'edificio.
- spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati che:
 - siano totalmente rivestiti all'interno o costituiti almeno con materiale di classe A2 e A2_{FL} secondo la UNI EN 13501-1 e
 - se contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza e siano resistenti al fuoco per almeno 30 min secondo la CEI EN 50200 e abbiano classe di reazione al fuoco idonea all'ambiente dove sono installati;
- vani scale compartimentati;

- vani corsa di elevatori, ascensori e montacarichi purché facciano parte di un compartimento sorvegliato dal sistema di rivelazione

3.1. Suddivisione in zone

L'area sorvegliata deve essere suddivisa in zone, secondo quanto di seguito specificato, in modo che, quando un rivelatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone devono essere delimitate in modo che sia possibile localizzare rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

Ciascuna zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato, con l'eccezione dei seguenti casi: vani scala, vani di ascensori e montacarichi.

La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve essere maggiore di 1600 m².

Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:

- il loro numero non è maggiore di 10, la loro superficie complessiva non è maggiore di 600 m² e gli accessi danno sul medesimo disimpegno;
oppure
- il loro numero non è maggiore di 20, la loro superficie complessiva non è maggiore di 1000 m² e in prossimità degli accessi sono installati segnalatori ottici di allarme chiaramente visibili, che consentono l'immediata individuazione del locale dal quale proviene l'allarme.

I rivelatori installati in spazi nascosti (sotto i pavimenti sopraelevati, sopra i controsoffitti, nei cunicoli e nelle canalette per cavi elettrici, nelle condotte di condizionamento dell'aria, di aerazione e di ventilazione, ecc.) devono appartenere a zone distinte.

Spazi come controsoffitti e sottopavimenti sono considerati zone distinte e separate dallo spazio ambiente.

Deve inoltre essere possibile individuare in modo semplice e senza incertezze dove i rivelatori sono intervenuti. Si deve prevedere localmente una segnalazione luminosa visibile.

In locali nei quali è richiesta la segnalazione visibile fuori porta questa può essere cumulativa del locale medesimo e del suo eventuale controsoffitto e/o sottopavimento e macchine all'interno dell'ambiente specifico.

Se una medesima linea di rivelazione serve più zone o più di 32 punti, o più di una tecnica di rivelazione (per esempio funzioni A e D di Figura 1), la linea deve essere ad anello chiuso e dotata di opportuni dispositivi di isolamento, conformi alla UNI EN 54-17, in grado di assicurare che un corto circuito o una interruzione della linea medesima, non impedisca la

segnalazione di allarme incendio per più di una zona.

In una zona possono essere compresi rivelatori sensibili a fenomeni differenti purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale di controllo e segnalazione.

I punti di segnalazione manuale possono essere collegati ai circuiti dei rivelatori automatici purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili dalla centrale di controllo e segnalazione in conformità a quanto indicato nel seguito e siano su zone logiche differenti.

I moduli di attivazione (funzione G della UNI EN 54-1), i dispositivi di segnalazione (funzione C della UNI EN 54-1) e le segnalazioni tecnologiche (per esempio quelle provenienti dalla funzione H della UNI EN 54-1) possono essere collegati alla linea dei rivelatori automatici e manuali purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili dalla centrale di controllo e segnalazione e siano su zone logiche differenti da quelle di rivelazione.

1. Centrale di controllo e segnalazione

La centrale di controllo e segnalazione deve essere conforme alla norma UNI EN 54-2. Ad essa fanno capo tutti i dispositivi previsti dalla norma UNI EN 54-1.

La scelta della centrale deve essere eseguita in modo che questa risulti compatibile con tutti i dispositivi installati e in grado di espletare le eventuali funzioni supplementari a essa richieste (per esempio: comando di trasmissione di allarmi a distanza, comando di attivazione di impianti di spegnimento d'incendio, ecc.).

In tale scelta si deve inoltre verificare che le condizioni ambientali in cui è installata la centrale siano compatibili con le sue caratteristiche costruttive.

Nella centrale devono essere identificati separatamente i segnali provenienti dai punti manuali di allarme rispetto a quelli automatici.

La centrale deve essere installata in modo tale che tutte le apparecchiature di cui è composta siano facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione, comprese le sostituzioni. Dette operazioni devono poter essere eseguite in loco.

1.1. Ubicazione

L'ubicazione della centrale di controllo e segnalazione del sistema deve essere scelta in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso.

La centrale deve essere ubicata in luogo permanentemente e facilmente accessibile, protetto dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni, esente da atmosfera corrosiva, tale inoltre da consentire il continuo controllo in loco della centrale stessa da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza secondo quanto specificato nel seguito.

In ogni caso il locale deve essere:

- sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio;
- dotato di illuminazione di emergenza a intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete.

Quando la centrale non è sotto costante controllo in loco da parte del personale addetto, deve essere previsto un sistema di trasmissione tramite il quale le segnalazioni di allarmi di incendio e di guasto sono trasferiti ad una o più centrali di ricezione allarmi e intervento e/o luoghi presidati, dalle quali gli addetti possano dare inizio in ogni momento e con tempestività alle necessarie misure di intervento.

Il collegamento con dette centrali di ricezione allarmi e guasto deve essere tenuto costantemente sotto controllo, pertanto i dispositivi impiegati devono essere conformi alle norme:

- UNI EN 54-21, per quanto riguarda il dispositivo di trasmissione;
- CEI EN 50136-1 per quanto riguarda i requisiti del sistema e della rete di trasmissione;
- UNI CEI EN 50518 per quanto riguarda la conformità della stazione ricevitrice responsabile a ricevere e gestire la comunicazione dell'allarme e/o del guasto al responsabile dell'attività.

Il dispositivo di trasmissione va alimentato tramite l'alimentazione elettrica della centrale di rivelazione d'incendio o tramite un'alimentazione separata secondo la UNI EN 54-4.

Il dispositivo di trasmissione può essere integrato all'interno dell'armadio della centrale di rivelazione incendio o installato in un alloggiamento separato comunque posto in un locale protetto da rivelatori automatici.

L'interfaccia tra il dispositivo di trasmissione e la centrale di rivelazione d'incendio è realizzata tramite contatti o un'altra connessione, per esempio in modo seriale, secondo specifiche del fabbricante.

1.2. Segnalazioni e dispositivi di allarme e guasto

Le segnalazioni e i dispositivi di allarme e guasto controllati dalla centrale sono distinti in:

- a) segnalazioni di allarme di incendio e di guasto, acustici e luminosi, della centrale di controllo e segnalazione percepibili nelle immediate vicinanze della centrale stessa (lettera *B* della figura 1);
- b) dispositivi di allarme di incendio acustici e luminosi distribuiti, all'interno e/o all'esterno dell'area sorvegliata (lettera *C* della figura 1);
- c) dispositivi di allarme e guasto ausiliari che comunicano con stazioni di ricevimento (lettere *E-F* e lettere *J-K* della figura 1).

I dispositivi di cui al punto a) fanno parte della centrale di controllo e segnalazione e pertanto devono essere conformi alla UNI EN 54-2.

Qualora per la tipologia degli ambienti protetti sia necessario integrare il dispositivo acustico previsto nella centrale di controllo e segnalazione (UNI EN 54-2) e questo sia collegato alla uscita di tipo *C* della centrale questa uscita deve avere tutte le caratteristiche dalla norma UNI EN 54-2.

I dispositivi di allarme di cui al punto b) devono essere costruiti con componenti adeguati all'ambiente in cui si trovano ad operare. I dispositivi acustici e luminosi di allarme incendio devono essere conformi alla UNI EN 54-3 e/o UNI EN 54-23.

2. Dispositivi di avviso di allarme incendio

La necessità di utilizzo di dispositivi acustici e/o di dispositivi ottici Visual Alarm Device (VAD) è determinata da specifiche esigenze di varia natura quali quelle derivanti da:

- analisi del rischio;
- destinazione d'uso dell'edificio;
- caratteristiche degli occupanti dell'edificio;
- specifiche di progetto;
- piano di emergenza;
- procedure di evacuazione;

In generale la posizione e l'intensità di uscita sia acustica che luminosa dei dispositivi deve essere scelta in modo il più accurato possibile.

Nei casi in cui l'edificio sia interessato dalla presenza di altri sistemi oltre a quelli di segnalazione d'allarme, questi non devono tra loro interferire.

2.1. Avvisatori acustici di allarme incendio

Gli avvisatori acustici devono essere conformi alla UNI EN 54-3.

Il segnale generato da un dispositivo acustico attivato in seguito ad un allarme incendio deve avere intensità sufficiente per raggiungere tutti gli occupanti presenti nell'edificio al fine di allertarli del pericolo indipendentemente dalla posizione in cui essi si possano trovare.

Pertanto, è inteso come segnale distribuito in tutte le aree dell'edificio.

In tutte le aree in cui il segnale acustico di allarme deve allertare gli occupanti, il livello di pressione sonora e la frequenza devono essere adeguati e il tono deve essere chiaramente riconoscibile e non confuso con altri.

I toni acustici da utilizzare in caso di preallarme e allarme sono indicati nella UNI 11744.

Si deve porre attenzione in termini di livello di pressione sonora agli spazi particolari quali piccoli uffici o servizi igienici e negli ambienti particolarmente rumorosi come quelli destinati a impianti di produzione.

Per ulteriori dettagli sul tipo di apparecchiatura e sulle modalità di installazione si rimanda agli allegati a questo progetto, a quanto contenuto nella norma UNI 9795 e alla documentazione tecnica messa a disposizione dal produttore dell'apparecchiatura o sistema.

2.2. Avvisatori luminosi di allarme incendio

Gli avvisatori luminosi devono essere conformi alla UNI EN 54-23

Il segnale prodotto da un dispositivo ottico VAD e attivato a fronte di allarme incendio è inteso da utilizzarsi sia come dispositivo primario per la segnalazione dell'incendio al fine di avviare un'eventuale evacuazione, allorquando un dispositivo acustico possa risultare non adatto o inappropriato a tale scopo, sia come funzione complementare al segnale di un dispositivo acustico in situazioni per le quali quest'ultimo risulta da solo inefficace.

L'uso di dispositivi ottici VAD e acustici contemporaneamente, inteso anche come dispositivo ottico/acustico in un unico apparato, è anche possibile e ammesso, dovendo soddisfare comunque i requisiti di entrambe le segnalazioni.

Se a giudizio del progettista non si identifica la necessità di utilizzare i dispositivi ottici VAD, allora gli avvisatori luminosi VID (Visual Indication Device) possono essere utilizzati come indicazione supplementare al fine di aumentare la consapevolezza negli occupanti del tipo di evento in corso.

Pertanto, l'uso del VID è accettabile se e solo se si valuta che l'elemento luminoso ha lo scopo di indicazione supplementare all'allarme e non è demandata a esso la funzione di dispositivo primario ai fini di evacuazione dell'edificio.

Per esempio, l'uso del VID è adeguato quando l'apparato luminoso è installato all'esterno dell'edificio per attirare l'attenzione delle squadre di emergenza (conformità alla UNI EN 54-23 non necessaria) o in ambienti dove è presente personale addetto alla gestione delle emergenze il cui allertamento è effettuato da dispositivi acustici.

L'intensità della luce dei dispositivi ottici VAD deve attrarre attenzione e può coadiuvare la segnalazione dei dispositivi acustici.

I dispositivi ottici VAD utilizzati per la segnalazione di allarme incendio devono essere chiaramente riconoscibili come tali e non confusi con altri, in particolar modo il lampeggio di indicazione del dispositivo ottico non deve né interferire né oscurare altre segnalazioni di emergenza di altra natura quali i cartelli indicatori e segnalatori di:

- uscite di emergenza;
- vie di fuga;
- porte di emergenza;
- luci di emergenza;
- qualsiasi altro tipo o segnalazione di emergenza utilizzato nell'edificio.

È ammesso, al fine di distinguere adeguatamente i dispositivi ottici VAD utilizzati per la segnalazione di allarme incendio da segnalazioni di altra natura, l'utilizzo opzionale di cartelli segnalatori.

Gli avvisatori luminosi VAD sono classificati in ragione del volume di copertura entro il quale sono rispettati i requisiti illuminotecnici minimi di $0,4 \text{ lm/m}^2$.

Sono identificate tre categorie in ragione del volume di copertura specificato dal fabbricante:

- C = Ceiling mounted (montaggio a soffitto);
- W = Wall mounted (montaggio a parete);
- O = Open class.

Per ulteriori dettagli sul tipo di apparecchiatura e sulle modalità di installazione si rimanda agli allegati a questo progetto, a quanto contenuto nella norma UNI 9795 e alla documentazione tecnica messa a disposizione dal produttore dell'apparecchiatura o sistema.

2.3. Alimentazione

I componenti del sistema di rivelazione incendio devono essere dotati di un'apparecchiatura di alimentazione in conformità alla UNI EN 54-4.

L'alimentazione primaria deve essere derivata da una rete di distribuzione pubblica.

Nel caso in cui l'alimentazione primaria vada fuori servizio, l'alimentazione di riserva o di sicurezza) deve sostituirla automaticamente.

Al ripristino dell'alimentazione primaria, questa deve sostituirsi nell'alimentazione del sistema a quella di riserva.

L'alimentazione primaria del sistema costituita dalla rete principale deve essere effettuata tramite una linea esclusivamente riservata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, immediatamente a valle dell'interruttore generale del quadro primario dell'edificio.

L'alimentazione di riserva deve essere conforme a quanto di seguito prescritto.

L'alimentazione di riserva deve essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili.

Tale autonomia deve essere uguale ad un tempo pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema, e in ogni caso non meno di 24 h inoltre:

- gli allarmi devono essere trasmessi ad una o più stazioni ricevitrici e
- deve essere in atto un contratto di assistenza e manutenzione, ed esistere un'organizzazione interna adeguata.

L'alimentazione di riserva, allo scadere delle 24 h, deve assicurare in ogni caso il

funzionamento di tutto il sistema per almeno 30 min, a partire dalla segnalazione del primo allarme.

Quando l'alimentazione di riserva è costituita da una o più batterie di accumulatori, si devono osservare le seguenti indicazioni:

- le batterie devono essere installate il più vicino possibile alla centrale di controllo e segnalazione e alle unità di alimentazione periferiche;
- nel caso in cui le batterie possono sviluppare gas pericolosi, il locale dove sono collocate deve essere ventilato adeguatamente;
- l'alimentazione a cui è collegata la ricarica delle batterie, se alimenta anche il sistema, deve essere in grado di assicurare la corretta alimentazione necessaria ad entrambi.

3. Connessioni cavo

Le connessioni del sistema rivelazione incendio devono essere progettate e realizzate con cavi idonei al campo di applicazione, alla tensione di esercizio richiesta e alla specifica caratteristica di reazione al fuoco in conformità alla legislazione vigente).

I cavi di cui sopra, devono inoltre avere caratteristiche di resistenza al fuoco (PH) come indicato più avanti o devono essere protette per tale periodo al fine di garantire il corretto funzionamento e l'integrità del circuito in condizioni di incendio.

3.1. Connessioni via cavo tensioni minori di 100 V_{c.a.}

Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio uguali o minori di 100 V c.a. (per esempio sensori, pulsanti manuali, interfacce, avvisatori ottico-acustici, sistemi di evacuazione fumo calore, ecc.) si richiede l'impiego di cavi resistenti al fuoco, conformi alla CEI 20-105, con particolare caratteristica di reazione al fuoco non inferiore all'Euroclasse indicata all'interno dalla norma stessa.

Questi cavi, aventi tensione nominale di esercizio di 100 V ($U_0/U = 100/100V$), devono essere realizzati con conduttori flessibili (non sono ammessi conduttori rigidi), con sezione minima di 0,5 mm², ed essere idonei alla posa in coesistenza con cavi energia utilizzati per sistemi a tensione nominale verso terra fino a 400V.

Il requisito minimo di resistenza al fuoco è pari a PH 30 ma nell'ipotesi di esistenza di distinte zone o distinti compartimenti, il valore di resistenza al fuoco (PH) richiesto potrà essere superiore (PH 120), per garantire il mantenimento delle funzioni per un periodo non inferiore a quello prescritto da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

Come già richiamato nella CEI 20-105, in considerazione della differenza tecnica di funzionamento tra tecnologia indirizzata e tecnologia convenzionale, si rende indispensabile la congruenza dei parametri trasmissivi dei cavi (induttanza, capacità, attenuazione del segnale, ecc.) con i requisiti minimi richiesti dai singoli fabbricanti di apparati.

Per esempio negli impianti indirizzati, l'interoperabilità tra i dispositivi del sistema di rivelazione incendio (collegamento tra centrale, interfacce, periferiche, ecc.) avviene per mezzo di uno scambio di dati basato su protocolli (collegamento bus).

Per questa ragione al fine di evitare malfunzionamenti del sistema stesso è necessario l'impiego di linee di interconnessione a bassa capacità.

Al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di rilevazione fumi dalle altre linee è richiesto l'impiego di cavi con rivestimento esterno di colore rosso.

3.2. Connessioni via cavo tensioni minori di 100 V_{c.a.} per EVAC

Per il collegamento di apparati del sistema di evacuazione vocale, con linee a 70V c.a. o 100V c.a. (valore efficace RMS), si richiede l'impiego di cavi resistenti al fuoco conformi alla CEI 20-105, a bassa capacità con particolare caratteristica di reazione al fuoco non inferiore all'Euroclasse indicata all'interno dalla norma stessa.

Questi cavi, aventi tensione nominale di esercizio di 100 V ($U_o/U = 100/100V$), devono essere realizzati con conduttori flessibili (non sono ammessi conduttori rigidi), con sezione minima di 0,5 mm², ed essere idonei alla posa in coesistenza con cavi energia utilizzati per sistemi a tensione nominale verso terra fino a 400V.

Il requisito minimo di resistenza al fuoco è pari a PH30 ma nell'ipotesi di esistenza di distinte zone o distinti compartimenti, il valore di resistenza al fuoco (PH) richiesto può essere superiore (PH120), per garantire il mantenimento delle funzioni per un periodo non inferiore a quello prescritto da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

Al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di evacuazione vocale è richiesto l'impiego di cavi con rivestimento esterno di colore viola.

3.3. Connessioni via cavo tensioni maggiori di 100 V_{c.a.}

Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio maggiori di 100 V c.a. si richiede l'impiego di cavi elettrici resistenti al fuoco, conformi alla CEI 20-45 con particolare caratteristica di reazione al fuoco non inferiore all'Euroclasse indicata all'interno dalla norma stessa.

Questi cavi, aventi tensione nominale ($U_o/U = 0,6/1kV$), devono essere realizzati con conduttori flessibili, con sezione minima di 1,5 mm².

Il requisito minimo di resistenza al fuoco è pari a PH 120.

Al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di alimentazione primaria è richiesto l'impiego di cavi con rivestimento esterno di colore blu.

3.4. Connessioni via cavo per lo scambio di informazioni

Lo scambio di informazioni tra funzioni all'interno della UNI EN 54-1 che utilizzino connessioni di tipo LAN, WAN, RS232, RS485, PSTN devono essere realizzate con cavi dati resistenti al fuoco conformi alla metodologia di prova CEI EN 50200 e CEI EN 50289-4-16, con particolare caratteristica di reazione al fuoco secondo l'Euroclasse minima Cca s1b d1 a1.

Il requisito minimo di resistenza al fuoco è pari a PH30, ma nell'ipotesi di esistenza di distinte zone o distinti compartimenti, il valore di resistenza al fuoco (PH) richiesto può

essere superiore (PH120), per garantire il mantenimento delle funzioni per un periodo non inferiore a quello prescritto da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

Al fine di garantire l'identificabilità di queste linee all'interno del sistema stesso, è preferibile che il cavo LAN per il collegamento delle basi microfoniche del sistema EVAC abbia la guaina esterna di colore viola e il cavo BUS (RS232 e RS485) per il collegamento tra centrali e ripetitori abbia il rivestimento di colore rosso.

3.5. Posa dei cavi

Nei casi in cui sia utilizzato un sistema di connessione ad anello chiuso (loop), il percorso dei cavi deve essere realizzato in modo tale che possa essere danneggiato un solo ramo dell'anello.

Pertanto, per uno stesso anello il percorso cavi in uscita dalla centrale deve essere differenziato rispetto al percorso di ritorno (per esempio: canalina portacavi con setto separatore o doppia tubazione o distanza minima di 30 cm tra andata e ritorno) in modo tale che il danneggiamento (taglio accidentale) di uno dei due rami non coinvolga anche l'altro ramo.

Quanto sopra specificato può non essere effettuato nel caso in cui la diramazione non colleghi più di 32 punti o più di una zona o più di una tecnica di rivelazione (per esempio funzioni A e D dello schema di figura 1).

Nel caso in cui stiano installati cavi a vista, la loro posa deve garantire l'integrità delle linee contro danneggiamenti accidentali.

Le linee di interconnessione del sistema di rivelazione fumi, se posate in coesistenza con altri cavi devono essere riconoscibili, soprattutto in corrispondenza dei punti ispezionabili.

È consentita la posa in coesistenza di cavi per sistemi incendio e cavi elettrici (sistemi di Cat. I aventi tensione di esercizio fino a 400 V) a condizione che sul cavo per sistemi incendio sia visibile la stampigliatura $U_0=400$ V e che le altre linee differenti da quelle del sistema di rivelazione e di segnalazione allarme d' incendio abbiano caratteristica di reazione al fuoco non inferiore.

Nel caso in cui si renda necessaria la posa in coesistenza di cavi energia con cavi di comunicazione in ambienti particolari (per esempio vie di esodo), questi ultimi devono avere una classe di reazione al fuoco non inferiore alla classe prescritta per i cavi energia.

Nel caso in cui l'impianto di rivelazione incendio, sia realizzato in una struttura dove esiste già un impianto elettrico con linee preesistenti all'entrata in vigore delle norme armonizzate secondo legislazione vigente¹¹) è possibile la coesistenza.

Nel caso sopradescritto la conformità alle norme armonizzate riguarda solamente le nuove linee di interconnessione da posare. Per le linee esistenti, non è condotta l'analisi in termini di reazione al fuoco in quanto non ancora in vigore al momento della posa delle stesse, deve essere invece condotta una verifica della corrispondenza alle norme impiantistiche in vigore al momento della realizzazione dell'impianto.

Devono essere adottate particolari protezioni nel caso in cui le interconnessioni si trovino in ambienti umidi, esposti a irraggiamento UV, ambienti corrosivi.

Le linee di interconnessioni, per quanto possibile, devono correre all'interno di ambienti sorvegliati da sistemi di rivelazione di incendio e devono essere installate e protette in modo da ridurre al minimo il loro danneggiamento in caso di incendio.

Non sono ammesse linee volanti.

Nel caso in cui le linee devono attraversare ambienti umidi, bagnati o attraversare zone esterne, la guaina del cavo deve essere idonea alla posa in esterno e alla posa in ambienti umidi o bagnati, in questo caso le linee devono essere corredate di apposito rapporto di prova.

Le interconnessioni tra la centrale di controllo e segnalazione e l'alimentazione di riserva, quando questa non è all'interno della centrale stessa o nelle sue immediate vicinanze, devono avere percorso indipendente da altri circuiti elettrici e, in particolare, da quello dell'alimentazione primaria; è tuttavia ammesso che tale percorso sia utilizzato anche da altri circuiti di sicurezza aventi classe di reazione al fuoco minima analoga.

Eventuali giunzioni delle linee del sistema di rivelazione e segnalazione incendio, devono essere realizzate mediante l'impiego di appositi accessori (per esempio scatole di derivazione PH30 o PH120, morsetti ceramici, ecc.) in modo da garantire la continuità di esercizio in condizioni di incendio.

Durante le fasi di interconnessione si raccomanda di ridurre al minimo la lunghezza della guaina da asportare per evitare cambiamenti delle caratteristiche di resistenza meccanica, resistenza al fuoco, non propagazione dell'incendio, ecc.

4. Rivelatori

I rivelatori devono essere conformi alla serie UNI EN 54.

Nella scelta dei rivelatori devono essere presi in considerazione i seguenti elementi basilari:

- le condizioni ambientali (moti dell'aria, umidità, temperatura, vibrazioni, presenza di sostanze corrosive, presenza di sostanze infiammabili che possono determinare rischi di esplosione, ecc.) e la natura dell'incendio nella sua fase iniziale, mettendole in relazione con le caratteristiche di funzionamento dei rivelatori, dichiarate dal fabbricante e attestate dalle prove;
- la configurazione geometrica dell'ambiente in cui i rivelatori operano, tenendo presente i limiti specificati nella presente norma;
- le funzioni particolari richieste al sistema (per esempio: azionamento di una installazione di estinzione d'incendio, attivazione delle procedure di evacuazione incendio, ecc.).

I rivelatori devono essere installati in modo che possano individuare ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale e in modo da evitare falsi allarmi.

La determinazione del numero di rivelatori necessari e della loro posizione deve essere effettuata in funzione di quanto segue:

- tipo di rivelatori;
- superficie e altezza del locale;
- forma del soffitto o della copertura quando questa costituisce il soffitto;
- condizioni di aerazione e di ventilazione naturale o meccanica del locale;
- temperatura e umidità.

I rivelatori devono essere installati in modo che possano essere facilmente raggiungibili per una loro corretta manutenzione.

In ciascun locale facente parte dell'area sorvegliata, con le sole eccezioni specificate in precedenza, deve essere installato almeno un rivelatore.

4.1. Rivelatori puntiformi di calore

I rivelatori puntiformi di calore, siano essi di tipo statico o statico con gradiente di temperatura, devono essere conformi alla UNI EN 54-5.

La temperatura di intervento dell'elemento statico dei rivelatori puntiformi di calore deve essere maggiore della più alta temperatura ambiente raggiungibile nelle loro vicinanze, in coerenza con la classe dei rivelatori.

La posizione dei rivelatori deve essere scelta in modo che la temperatura nelle loro immediate vicinanze non possa raggiungere, in condizioni normali, valori tali da dare origine a falsi allarmi. Pertanto devono essere prese in considerazione tutte le installazioni presenti che, anche transitoriamente, possono essere fonti di irraggiamento termico, di aria calda, di vapore, ecc.

Il numero di rivelatori deve essere determinato in modo che non siano superati i valori riportati nella seguente tabella indipendentemente dall'inclinazione del soffitto.

Distribuzione dei rivelatori puntiformi di calore

Tecnologia di rivelazione	di	Pavimenti sopraelevati o controsoffitti	Altezza h dei locali [m]			
		h<1,5	h≤6	6<h≤7,5	7,5<h≤12	12<h≤16
		Raggio di copertura [m]				
Rivelatori puntiformi di calore (UNI EN 54-5)		3	4,5	4,5	Non utilizzabile	Non utilizzabile

Nei pavimenti sopraelevati e nei controsoffitti non ventilati di ambienti con parametri ambientali non legati a processi produttivi, quando questi devono essere protetti, il numero dei rivelatori deve essere calcolato come indicato nella precedente tabella, ma applicando un raggio di copertura massima $R=3$ m.

I ribassamenti (per esempio travi), i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di detti spazi devono essere considerati, ai fini del dimensionamento dell'impianto, come muri se la loro altezza è maggiore del 50% di quella dello spazio stesso o inesistenti nel caso sia inferiore, ma ponendo attenzione alla distanza di 0,5 m che i rivelatori devono avere da tali ostacoli.

Nel caso in cui il soffitto o la copertura del locale sia inclinato il rivelatore deve essere posto in posizione perpendicolare al pavimento e non parallelo alla falda al fine di preservare il grado di protezione IP (valido anche per soffitti piani).

Per i locali a soffitto (o copertura) inclinati valgono le prescrizioni aggiuntive seguenti:

- nei locali con soffitto (o copertura) inclinato (a spiovente, a doppio spiovente e assimilabili) formante un angolo con l'orizzontale maggiore di 20° si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori nel piano verticale passante per la linea di colmo nella parte più alta del locale;
- nei locali con copertura a shed o con falda trasparente si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori dalla parte in cui la copertura ha pendenza minore, ovvero non è trasparente, ad una distanza orizzontale di almeno 1 m dal piano

verticale passante per la linea di colmo.

La distanza tra i rivelatori e le pareti del locale sorvegliato non deve essere minore di 0,5 m, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m.

Parimenti devono esserci almeno 0,5 m tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), se lo spazio compreso tra il soffitto e tali strutture o elementi è minore di 30 cm.

I rivelatori devono essere sempre installati e fissati direttamente sotto il soffitto (o copertura) del locale sorvegliato.

Nessuna parte di macchinario e/o impianto e l'eventuale materiale in deposito deve trovarsi a meno di 0,5 m a fianco e al disotto di ogni rivelatore.

Per la distribuzione e il posizionamento di rivelatori di calore:

- in locali con soffitto o copertura a correnti o a travi in vista paralleli tra loro;
- in locali con soffitto o copertura con travi intersecanti;
- in locali con soffitto o copertura con elementi sporgenti;
- in locali con soffitto o copertura a nido d'ape o a cassettoni;
- in locali contenenti piattaforme, velette, piccoli soppalchi;
- in locali dotati di impianti di condizionamento e ventilazione.

Per ulteriori dettagli sul tipo di apparecchiatura e sulle modalità di installazione si rimanda agli allegati a questo progetto, a quanto contenuto nella norma UNI 9795 e alla documentazione tecnica messa a disposizione dal produttore dell'apparecchiatura o sistema.

4.2. Rivelatori puntiformi di fumo

I rivelatori puntiformi di fumo devono essere conformi alla UNI EN 54-7.

Gli aerosol eventualmente prodotti nel normale ciclo di lavorazione possono causare falsi allarmi. Si deve quindi evitare di installare rivelatori in prossimità delle zone dove detti aerosol sono emessi in concentrazione sufficiente ad azionare il sistema di rivelazione.

Qualora, in base a quanto prescritto dalla presente norma, sia necessario sorvegliare anche dette zone, si deve fare ricorso ad apparecchi di tipo diverso. Tale attenzione deve essere rivolta anche ad ambienti particolarmente polverosi o con presenza di fenomeni quali vapori o altro che possano creare problemi al corretto funzionamento di questi.

Nei locali dove si possono avere forti correnti d'aria, è possibile che turbini di polvere investano i rivelatori causando falsi allarmi. Per ridurre tale pericolo si devono installare

apposite protezioni per i rivelatori (per esempio: schermi) a meno che i rivelatori siano adatti a funzionare in tali condizioni.

Nel caso in cui si possa ipotizzare la formazione di uno strato di aria calda in prossimità della copertura, tale da impedire che il fumo raggiunga la stessa, il posizionamento del rivelatore deve essere eseguito secondo le indicazioni delle tabelle seguenti.

Particolare attenzione (si vedano a questo proposito gli allegati al presente progetto e/o la norma UNI 9795) deve essere posta nell'installazione dei rivelatori di fumo, dove:

- la velocità dell'aria è solitamente maggiore di 1 m/s;
- la velocità dell'aria possa essere occasionalmente maggiore di 5 m/s.

Il numero di rivelatori deve essere determinato in modo che non siano superati i valori riportati nella tabelle seguenti.

Posizionamento rivelatori puntiformi di fumo su soffitti piani o con inclinazione rispetto all'orizzontale $\alpha \leq 20^\circ$ e senza elementi sporgenti

Tecnologia di rivelazione	Altezza h dei locali [m]			
	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$h > 12$
	Raggio di copertura [m]			
Rivelatori puntiformi di fumo (UNI EN 54-7)	6,5	6,5	6,5	Non utilizzabile

Il rivelatore deve essere posto in posizione perpendicolare al pavimento e non parallelo alla falda al fine di preservare il grado di protezione IP (valido anche per soffitti piani) e facilitare l'ingresso del fumo nella camera ottica ed il suo permanere

Per i locali a soffitto (o copertura) inclinato vale quanto riportato nella tabella precedente e le prescrizioni aggiuntive seguenti:

- nei locali con soffitto (o copertura) inclinato (a spiovente semplice, a doppio spiovente e assimilabili) formante un angolo con l'orizzontale maggiore di 20° si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori nel piano verticale passante per la linea di colmo o nella parte più alta del locale;
- nei locali con copertura a shed o con falda trasparente si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori dalla parte in cui la copertura ha la pendenza minore e ad una distanza orizzontale di almeno 1 m dal piano verticale passante per la linea di colmo.

Posizionamento rivelatori puntiformi di fumo su soffitti piani o con inclinazione rispetto all'orizzontale $\alpha \geq 20^\circ$ e senza elementi sporgenti

Tecnologia di	Altezza h dei locali [m]
---------------	--------------------------

rivelazione	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$1h > 12$
	Raggio di copertura [m]			
Rivelatori puntiformi di fumo (UNI EN 54-7)	6,5	6,5	6,5	Non utilizzabile

Posizionamento rivelatori puntiformi di fumo su soffitti piani o con inclinazione rispetto all'orizzontale $\alpha \leq 20^\circ$ e senza elementi sporgenti

Tecnologia di rivelazione	Inclinazione	Altezza h dei locali [m]			
		$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$1h > 12$
		Raggio di copertura [m]			
Rivelatori puntiformi di fumo (UNI EN 54-7)	$20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	7	7	7	Non utilizzabile
	$\alpha > 45^\circ$	7,5	7,5	7,5	Non utilizzabile

La distanza tra i rivelatori e le pareti del locale sorvegliato non deve essere minore di 0,5 m, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m. Parimenti devono esserci almeno 0,5 m tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), se lo spazio compreso tra il soffitto e la parte superiore di tali elementi o strutture è minore di 30 cm.

Le massime e le minime distanze verticali ammissibili fra i rivelatori ed il soffitto (o la copertura) dipendono dalla forma di questo e dall'altezza del locale sorvegliato; in assenza di valutazioni specifiche possono essere utilizzati i valori indicati negli allegati e/o nella norma UNI 9795.

Nella protezione dei locali, allo scopo di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o di impianto e l'eventuale merce in deposito deve trovarsi a meno di 0,5 m a fianco o al disotto di ogni rivelatore.

I rivelatori, ad eccezione di quelli posti a sorveglianza di oggetto, non devono essere installati dove possono essere investiti direttamente dal flusso d'aria immesso dagli impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione. In presenza di tali impianti il posizionamento dei rivelatori deve rispettare quanto indicato negli allegati e/o nella norma UNI 9795.

Un soffitto è considerato piano (quindi non si applica il presente punto) anche in presenza di elementi o strutture sporgenti, se lo spazio sostanzialmente libero (al fine di consentire la distribuzione del fumo) compreso tra il soffitto e la parte superiore di tali elementi è pari ad almeno 30 cm.

Nei locali bassi (indicativamente altezza del soffitto minore di 3 m) si devono prendere le precauzioni necessarie per evitare l'entrata in funzione del sistema di rivelazione a causa del

fumo prodotto nelle normali condizioni ambientali (per esempio: fumo di sigaretta).

Nei locali in cui il fumo può in certe condizioni stratificarsi a distanza dall'intradosso del soffitto (o copertura) i rivelatori devono essere posti su 2 livelli: una parte a soffitto (o copertura) e una parte al disotto del soffitto ad altezza variabile in funzione del delta di temperatura (o della copertura). Il raggio di copertura di ciascun rivelatore deve essere conforme a quanto nelle tabelle precedenti (un esempio tipico si ha nei capannoni alti oltre 6 m o 7 m con copertura leggera: per effetto dell'irraggiamento solare di giorno si forma uno strato d'aria calda che di notte viene a mancare).

Nei pavimenti sopraelevati e nei controsoffitti non ventilati di ambienti con parametri ambientali non legati a processi produttivi, quando questi devono essere protetti, il numero dei rivelatori deve essere calcolato applicando un raggio di copertura massimo $R=4,5$ m come indicato nella tabella seguente.

Rivelatori puntiformi di fumo in pavimenti sopraelevati e controsoffitti in ambienti senza circolazione d'aria forzata

Massima altezza del pavimento sopraelevato/controsoffitto	Raggio di copertura
1,5 m	$R = 4,5$ m
Per altezze superiori a 1,5 m si ricade nei casi dei locali di altezza normale	

I ribassamenti, i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di detti spazi devono essere considerati, ai fini del dimensionamento dell'impianto, come muri se la loro altezza è maggiore del 50% di quella dello spazio stesso o inesistenti nel caso sia inferiore, ma ponendo attenzione alla distanza di 0,5 m che i rivelatori devono avere da tali ostacoli.

I rivelatori non devono essere installati al di sotto dei controsoffitti a griglia aperta se sussistono tutte le condizioni seguenti:

- 1) l'apertura della griglia è di almeno (10 x 10) mm nella dimensione minima uniformemente distribuita sulla superficie;
- 2) lo spessore del materiale della griglia non eccede la dimensione minima (10 mm);
- 3) l'apertura costituisce almeno il 70% dell'area del materiale del soffitto.

Per la distribuzione e il posizionamento di rivelatori puntiformi di fumo:

- in locali con soffitto o copertura a correnti o a travi in vista paralleli tra loro;
- in locali con soffitto o copertura con travi intersecanti;
- in locali con soffitto o copertura con elementi sporgenti;
- in locali con soffitto o copertura a nido d'ape o a cassette;
- in locali contenenti piattaforme, velette, piccoli soppalchi;
- in locali dotati di impianti di condizionamento e ventilazione.

Per ulteriori dettagli sul tipo di apparecchiatura e sulle modalità di installazione si rimanda

agli allegati a questo progetto, a quanto contenuto nella norma UNI 9795 e alla documentazione tecnica messa a disposizione dal produttore dell'apparecchiatura o sistema.

4.3. Rivelatori ottici lineari di fumo

I rivelatori ottici lineari di fumo devono essere conformi alla UNI EN 54-12.

Per rivelatore ottico lineare di fumo si intende un dispositivo di rivelazione incendio che utilizza l'attenuazione e/o la modulazione di uno o più raggi ottici. Il rivelatore consiste di almeno un trasmettitore ed un ricevitore o anche un complesso trasmettente/ricevente ed uno o più riflettori ottici.

L'area a pavimento massima sorvegliata da un rivelatore trasmettitore-ricevitore o trasmettente/ricevente e riflettore/i non può essere maggiore di 1600 m². La larghezza dell'area coperta indicata come massima non deve essere maggiore di 15 m.

Fermi restando i limiti di copertura indicati, per la lunghezza del percorso ottico da coprire ci si deve riferire a quanto dichiarato sulla documentazione tecnica del fabbricante.

In tutti i casi sottoelencati deve essere tenuta comunque una distanza minima dal colmo della copertura di 30 cm. Deve essere inoltre rispettata la distanza di 50 cm da pareti laterali, colonne o da ostacoli fissi che si trovino lungo la linea ottica dei rilevatori. Questi parametri possono essere variati per l'installazione all'interno di controsoffitti e corridoi in relazione alle caratteristiche specifiche dei rilevatori rilasciate dal fabbricante. Di base un rivelatore lineare non può essere installato su una superficie sottoposta a frequenti vibrazioni.

I seguenti parametri devono essere considerati per un corretto posizionamento dei rilevatori lineari:

- a) caratteristiche e velocità di propagazione d'incendio dei materiali combustibili contenuti nell'ambiente;
- b) variazioni delle temperature medie sotto copertura per effetto di persistenti riscaldamenti o raffreddamenti prodotti da condizioni climatiche stagionali, impianti, macchine di processo, ecc;
- c) scarsa o inesistente coibentazione della copertura;
- d) condizioni di ventilazione e/o variazioni di pressione ed umidità ambientali nei casi di possibili principi d'incendio ad evoluzione covante, fredda, lenta, ecc.;
- e) polverosità dell'ambiente.

Distribuzione rivelatori ottici lineari di fumo

Altezza h dei locali [m]	$h \leq 12$	$h \leq 12$	$12 \leq h < 16$
Tipo di copertura	Soffitti piani e volta	Shed, coperture a	Per tutte le

	a botte	falde e elementi sporgenti	coperture
Altezza di installazione	Entro 10% dal colmo	Entro 15% dal colmo	Consigliato doppio livello con rispetto dei parametri di altezza.
Variante di installazione	Possibile entro 25% dal colmo con aumento del 50% dei rivelatori previsti	Possibile entro 25% dal colmo con aumento del 50% dei rivelatori previsti	

Distanza minima consentita dalle coperture 30 cm.

Per installazione ad altezze maggiori di 12 m si rientra nella Applicazioni Speciali (AS), si consideri quanto indicato negli allegati e/o nella norma UNI 9795

Per installazioni in calotte semisferiche o cupole si consideri quanto indicato negli allegati e/o nella norma UNI 9795

Nel caso di soffitto con coperture a falde inclinate o a shed, i rivelatori ottici lineari possono essere installati in senso parallelo all'andamento dello shed o della copertura a doppia falda oppure in senso trasversale.

La soluzione adottata, quando possibile, deve privilegiare posizionamenti che prevedano l'installazione delle unità di rivelazione prossime alla linea di falda o di colmo del tetto e parallele alla linea di colmo.

Le unità di rivelazione possono tuttavia essere poste in senso trasversale all'andamento dello shed o della doppia falda oppure in modo parallelo utilizzando i criteri elencati di seguito:

- a) altezza dello shed o doppia falda $\leq 15\%$ dell'altezza totale del locale e larghezza dell'area di copertura convenzionale;
- b) qualora non sia possibile rispettare i parametri di installazione sopra esposti è necessaria l'installazione addizionale del 50% dei rivelatori normalmente previsti, con un minimo di due per campata;
- c) per le installazioni fino ai 12 m di altezza deve essere rispettato il limite minore del 25% rispetto all'altezza di colmo del locale da proteggere.

Per le installazioni in ambienti con shed, pur nel rispetto delle prescrizioni installative in altezza contenute nella presente norma, devono essere valutate le dimensioni della base e della profondità dello shed.

Nel caso di soffitto con coperture con elementi sporgenti, devono applicarsi i criteri di installazione previsti nei paragrafi precedenti.

Per la distribuzione e il posizionamento di rivelatori lineari di fumo:

- in ambienti con altezza maggiori di 12 m in applicazione speciali;
- in ambienti con soffitto o con coperture con elementi sporgenti;
- in ambienti con soffitto o con coperture a shed;
- in ambienti con soffitto o con coperture conformati a calotta semisferica o a cupola;

Per ulteriori dettagli sul tipo di apparecchiatura e sulle modalità di installazione si rimanda agli allegati a questo progetto, a quanto contenuto nella norma UNI 9795 e alla documentazione tecnica messa a disposizione dal produttore dell'apparecchiatura o sistema.

5. Sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio

I sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio devono essere completati con un sistema di segnalazione manuale disposti come specificato nel seguito.

I guasti e/o l'esclusione dei rivelatori automatici non devono mettere fuori servizio quelli di segnalazione manuale, e viceversa.

I sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio devono essere suddivisi in zone secondo i criteri indicati nei paragrafi precedenti.

In ciascuna zona deve essere installato un numero di pulsanti di segnalazione manuale tale che almeno uno di essi possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30 m per attività con rischio di incendio basso e medio e di 15 m nel caso di ambienti a rischio di incendio elevato.

In ogni caso i punti di segnalazione manuale devono essere almeno due. Alcuni dei punti di segnalazione manuale previsti devono essere installati lungo le vie di esodo. In ogni caso i pulsanti di segnalazione manuale devono essere posizionati in prossimità di tutte le uscite di sicurezza.

I punti di segnalazione manuale devono essere conformi alla UNI EN 54-11 e devono essere installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, a un'altezza compresa fra 1 m e 1,6 m.

I punti di segnalazione manuale devono essere protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione.

In caso di azionamento, deve essere possibile individuare sul posto il punto di segnalazione manuale azionato.

Ciascun punto di segnalazione manuale deve essere indicato con apposito cartello come previsto dalla norma UNI EN ISO 7010.

5.1. Centrale di controllo e segnalazione dei sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio

Centrale di controllo e segnalazione dei sistemi fissi di segnalazione manuale d'incendio. Anche nel caso di sistemi di segnalazione manuale a se stanti, non posti cioè a integrazione dei sistemi automatici di rivelazione, la centrale di controllo e segnalazione deve essere installata come specificato nel paragrafo *Centrale di controllo e segnalazione*.

Per quanto attiene alle alimentazioni del sistema vale quanto specificato nel paragrafo *Centrale di controllo e segnalazione*.

Allegato 5 – Installazione condutture

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Installazione dei cavi di energia su passerelle metalliche.....	2
2.1.	Connessioni terminali e contrassegni dei cavi energia, di controllo e di segnalazione	3
3.	Cavi elettrici di bassa tensione	4
3.1.	Cavi per circuiti terminali	6
3.2.	Cavi in gomma (isolamento elastomerico) per circuiti di distribuzione	6
3.3.	Cavi con isolamento elastomerico reticolato guaina termoplastica speciale resistenti al fuoco	6
4.	Scatole di derivazione in resina	8
5.	Vassoi portacavi (passerelle) in lamiera di acciaio.....	9
6.	Tubi e canali portacavi in polivinilcloruro	11

1. Premessa

Il presente allegato riporta le prescrizioni per l'installazione delle condutture dell'impianto elettrico.

2. Installazione dei cavi di energia su passerelle metalliche

I cavi elettrici, quando posati su passerelle metalliche, dovranno essere collocati in vassoi diversi o in settori di uno stesso vassoio formati da divisori metallici: dovranno, in particolare, essere segregati, sempre con divisori metallici, dai cavi di comando e di segnalazione.

I cavi dovranno essere posati nei vassoi in modo ordinato, gli uni paralleli agli altri, evitando incroci ed accavallamenti e dovranno occupare, in ogni sezione, la zona loro assegnata sui disegni.

I cavi di potenza multipolari dovranno essere fissati al vassoio con legature di contenimento, realizzate con opportune fascette in materiale incombustibile o autoestinguente, distanziate non più di 1,50 m nei tratti orizzontali e di 0,8 m nei tratti verticali. Le legature possono avvolgere anche più cavi, se piccoli (sezione non superiore a 25 mm²).

I cavi di energia unipolari, in particolare quelli per corrente continua, ove non posati in tubi, dovranno essere fissati al vassoio con legature di forza, una per i cavi di ogni circuito, distanziate al massimo un metro, atte a bloccare i cavi di ogni circuito tra loro e con il vassoio. Dette legature dovranno essere realizzate con nastro in acciaio di sezione minima 10 mm x 0,5 mm, teso e bloccato; tra il nastro ed il cavo deve essere interposta una fasciatura di protezione, larga almeno 20 mm più del nastro, atta ad evitare l'incisione del rivestimento del cavo da parte del nastro, in caso di sollecitazioni di corto circuito.

I cavi dovranno essere adagiati nei vassoi e mai infilati, salvo che la posa con infilaggio sia la sola possibile. Dovranno essere prese, in tal caso, le necessarie precauzioni per non danneggiare la guaina.

In questo caso i cavi dovranno essere tirati con funi di fibra naturale o artificiale: mai con funi o fili metallici.

Gli attrezzi usati per il tiro dei cavi dovranno essere sottoposti ad approvazione. Per agevolare l'operazione di infilaggio, può essere usata saponaria in polvere o altri lubrificanti inerti secchi; è proibito l'uso di grasso o di altre sostanze, che nel tempo possono risultare dannose all'isolamento dei cavi.

Nei periodi freddi, i cavi devono essere tenuti in ambienti adeguatamente riscaldati prima della posa e la loro manipolazione deve essere fatta con attenzione affinché il materiale irrigidito dalla bassa temperatura non subisca lesioni.

La posa dei cavi deve essere eseguita nelle condizioni di temperatura fissate dal costruttore

dei cavi stessi.

Una sufficiente scorta di cavi deve essere lasciata nelle cassette terminali o intermedie, per agevolare le operazioni di sistemazione definitiva.

Il raggio minimo di curvatura dei cavi non deve essere inferiore a quanto ammesso dal costruttore.

Giunzioni lungo il percorso dei cavi sono ammesse solo su percorsi di lunghezza superiore alla massima delle pezzature di fabbrica o in casi particolari approvati per iscritto dalla direzione lavori. Esse non devono essere eseguite lungo i tubi metallici o nei vassoi, ma solo nelle cassette di giunzione.

Le giunzioni devono essere eseguite con connettori ad aggraffatura: il sistema di applicazione dei connettori deve essere analogo a quello indicato per l'applicazione dei terminali.

Le caratteristiche dell'isolamento delle giunzioni devono essere almeno pari a quelle dei cavi e dei conduttori.

2.1. Connessioni terminali e contrassegni dei cavi energia, di controllo e di segnalazione

Per le connessioni terminali dei cavi (energia, controllo e segnalazione), devono essere usati terminali ad aggraffatura, ossia con serraggio a compressione.

Il terminale deve essere scelto secondo le prescrizioni del costruttore ed applicato con gli utensili da esso previsti.

Le caratteristiche di isolamento delle connessioni devono essere almeno pari a quelle dei cavi.

Ciascun conduttore deve essere contrassegnato in modo visibile e permanente ad entrambe le estremità, nonché all'interno delle cassette.

I contrassegni, costituiti di fascette in materiale plastico adesivo, stampato o a rilievo, devono riportare i numeri dello schema elettrico e dell'eventuale elenco cavi.

I conduttori, componenti i cavi di controllo o di misura, saranno muniti, alle loro estremità, di anellini riportanti il numero di identificazione riportato sugli schemi come costruito.

3. Cavi elettrici di bassa tensione

I cavi dei circuiti di distribuzione (tipicamente dal quadro generale di distribuzione ai quadri di zona e ai quadri di impianti tecnologici, centrale termica, ecc.ⁱ) sono di tipo multipolare, o unipolari per sezioni superiori a 16 mm²; i cavi dei circuiti terminaliⁱⁱ sono conduttori unipolari isolati.

Quanto sopra, fatto salvo quanto diversamente indicato nei disegni di progetto. Deve essere esclusivamente fatto uso di rame flessibile. I cavi devono essere senza soluzione di continuità, dal quadro generale di distribuzione al quadro secondario, eccetera. I criteri di dimensionamento sono indicati nelle tabelle di calcolo dei cavi. I cavi sotto pavimento sono installati in tubi protettivi in PVC, serie pesante, recanti il marchio IMQ; quelli nel controsoffitto devono essere installati in tubi dello stesso tipo o posti in canali isolanti o metallici.

I cavi installati nei cavedi sono sostenuti a parete con rastrelliere o scalere, due almeno ad ogni piano, come indicato nei disegni.

In questo caso, i cavi provvisti del solo isolamento fondamentale devono essere infilati in tubazioni in materiale plastico o metalliche.

I cavi installati su passerelle devono essere multipolari fino a sezioni 16 mm².

La sezione del conduttore di protezione deve essere pari a quella del conduttore di fase corrispondente per sezioni fino a 16 mm²; per sezioni superiori si impiegano conduttori di sezione metà di quella di fase.

È esclusa la possibilità di impiegare:

- Il conduttore di neutro in comune per più derivazioni;
- Il conduttore di protezione in comune per più derivazioni.

In altri termini, ogni conduttore di fase (o i tre conduttori di fase nel caso dei circuiti trifase) deve essere accompagnato, lungo il suo percorso, dal proprio conduttore di neutro e dal proprio conduttore di protezione in partenza dalla stessa morsettiera del quadro elettrico, o dalla stessa scatola di derivazione.

I cavi in partenza dai quadri devono recare un numero di identificazione; tale numero deve essere riportato sull'altra estremità del cavo, almeno in ogni scatola di giunzione di locale.

Tutti i cavi devono essere infilati in tubi o in canali protettivi: non sono ammesse deroghe, fatta eccezione per i cavi posati su rastrelliere o in copertura.

ⁱ Circuito che alimenta un quadro di distribuzione (CEI 64-8).

I cavi devono essere spellati con l'impiego degli appositi attrezzi:

- Tagliaguaina, per la guaina esterna;
- Pinza spellafili, per l'isolamento delle anime e per quello dei cavi unipolari.

Per quanto riguarda l'identificazione dei conduttori mediante l'uso di colori, deve essere rispettato quanto previsto dalla norma CEI 64-8 e da quanto indicato negli allegati.

Quest'ultima norma, nell'Appendice (riprodotta più sotto nella presente specifica), si preoccupa di identificare il conduttore di neutro con il colore blu chiaro e il conduttore di protezione con il colore giallo verde, mentre utilizza la dizione non specificato per quanto riguarda il colore delle fasi.

In effetti, mentre è di estrema importanza l'individuazione del conduttore di protezione rispetto ai conduttori attivi e, seppur in misura minore, è importante l'individuazione del conduttore di neutro rispetto a quello di fase, non ha alcuna importanza che il conduttore di fase sia individuato da un qualsiasi colore, diverso dal blu chiaro e dal giallo/verde.

Tuttavia, il progettista richiede l'uso del colore nero, grigio o marrone per l'identificazione delle fasi.

La colorazione giallo-verde è impiegata esclusivamente per i conduttori di protezione o equipotenziali.

Il numero dei cavi posati sulla medesima passerella, non deve superare quello indicato nella tabella seguente. Si dà atto che lo studio dei percorsi è stato redatto dal progettista per consentire il rispetto di queste condizioni. La eventuale posa di fasci con numero di cavi maggiore di quella indicata nelle tabelle deve essere approvata dalla direzione lavori.

In questo caso, le relative passerelle devono essere interrotte nei tratti verticali con barriere tagliafiamma in corrispondenza dei solai e comunque a distanza non superiore a 10 m.

Massimo numero dei cavi FG16R 06/1 kV, rispondenti alla norma CEI 20-22 e s.m.i., da posare sulla medesima passerella (10 kg/m)

Sezione (S) [mm ²]	Unipolari	Bipolari	Tripolari	Quadripolari o 1x(3,5xS)	Pentapolari
1,5	222	55	52	46	40
2,5	199	48	45	40	33
4	178	42	40	33	29
6	159	35	33	29	24
10	131	27	25	20	17
16	112	19	19	17	14
25	89	15	15	13	11
35	70	12	12	11	
50	55	9	9	9	
70	46				
95	36				
120	31				
150	28				

ⁱⁱ Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina (CEI 64-8).

185	24				
240	18				

3.1. Cavi per circuiti terminali

I cavi destinati alla distribuzione terminale (dall'ultima cassetta di derivazione installata sulla dorsale principale all'utenza finale) a valle dei quadri di zona, sono cavi isolati del tipo FS17, non propagante l'incendio, secondo la norma CEI 20-22 e s.m.i., conformi al regolamento CPR (Regolamento prodotti da Costruzione, UE 305/2011), forniti di marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di marchio di istituti stranieri con i quali esiste il rapporto di reciprocità.

Deve essere esclusivamente fatto uso di rame flessibile.

Nella tabella seguente è invece descritto il criterio di dimensionamento impiegato nel progetto per tutti i circuiti terminaliⁱⁱⁱ.

Per i circuiti di distribuzione^{iv} si rimanda alla specifica tecnica pertinente.

I cavi con conduttori di sezione 1,5 mm² sono ammessi solo per i circuiti terminali che alimentano punti luce per apparecchi fissi di potenza non superiore a 200 VA; cavi con sezione del conduttore inferiore a 1,5 mm² non sono mai ammessi.

3.2. Cavi in gomma (isolamento elastomerico) per circuiti di distribuzione

I cavi hanno isolamento elastomerico, qualità G16, tensione nominale 0,6/1 kV, del tipo non propaganti l'incendio, secondo la norma CEI 20-22 e s.m.i., conformi al regolamento CPR (Regolamento prodotti da Costruzione, UE 305/2011), forniti di marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di marchio di istituti stranieri con i quali esiste il rapporto di reciprocità.

I criteri di dimensionamento sono indicati nelle tabelle di calcolo dei cavi.

3.3. Cavi con isolamento elastomerico reticolato guaina termoplastica speciale resistenti al fuoco

I cavi hanno isolamento elastomerico reticolato di qualità G16, guaina termoplastica speciale di qualità M16, resistenti al fuoco, tensione nominale 0,6/1 kV, del tipo non propaganti l'incendio, secondo la norma CEI 20-22 e s.m.i., conformi al regolamento CPR (Regolamento prodotti da Costruzione, UE 305/2011), forniti di marchio dell'Istituto Italiano

ⁱⁱⁱ Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina. (CEI 64-8).

^{iv} Circuito che alimenta un quadro di distribuzione. (CEI 64-8).

del Marchio di Qualità (IMQ) o di marchio di istituti stranieri con i quali esiste il rapporto di reciprocità.

I criteri di dimensionamento sono indicati nelle tabelle di calcolo dei cavi.

4. Scatole di derivazione in resina

Caratteristiche generali:

- Scatole in resina per interni, per installazione a vista (non incassata);
- Guida DIN 35 per morsettiera componibile a relè passo-passo;
- Setti di separazione per sistemi diversi (illuminazione, forza motrice, bassissima tensione di sicurezza - BTS - e telefoni);
- Materiale autoestinguente secondo le norme CEI.

Le scatole di derivazione possono contenere:

- Una guida DIN 35, destinata a ricevere un numero di moduli pari a quelli necessari per i componenti installati, con la possibilità di aggiunta, in ogni caso, di almeno otto moduli di riserva;
- Relè passo-passo, di tipo bipolare, alimentati a 24 V, destinati al comando dell'impianto di illuminazione;
- Setti isolanti per la separazione dei morsetti appartenenti a sistemi diversi: illuminazione, forza motrice, bassissima tensione di sicurezza e telefoni;
- Coperchio in resina, con chiusura a mezzo di quattro viti inossidabili (è escluso l'impiego di coperchi con chiusura a scatto); il coperchio presenta una finestra che rende accessibili dall'esterno i pulsanti di prova dei relé bistabili; la finestra deve essere chiusa, per la parte che non interessa i relé, con adatti coperchi (anche del tipo a scatto); la protezione deve risultare, in ogni caso, non inferiore a IP 20.

Le scatole di derivazione sono fissate a parete, ad una altezza non superiore a 0,3 m, generalmente nei corridoi e negli atri.

Il fissaggio è ottenuto con quattro viti ad espansione; possono essere impiegate viti metalliche inossidabili.

È ammesso di collegare ad uno stesso morsetto non più di due conduttori; in questo caso il morsetto deve essere previsto per un conduttore avente sezione pari almeno alla somma delle sezioni di due singoli conduttori.

I collegamenti all'interno delle scatole dei conduttori di protezione devono essere fatti, quando possibile, su morsetti fissi unipolari; l'uso di cappellotti deve essere ridotto alle giunzioni di non più di tre conduttori.

La norma consiglia che lo spazio occupato da cavi e morsetti di connessione, all'interno delle scatole, debba lasciare una scorta pari a circo il 30% dello stesso spazio occupato, si consiglia pertanto di occupare non più del 75% dello spazio disponibile nella scatola.

Le cassette di derivazione o di giunzione devono essere dotate di marchio IMQ. Si raccomanda vivamente l'uso di scatole di grandi dimensioni. I collegamenti all'interno delle scatole devono essere fatti su morsetti fissi unipolari oppure con cappellotti, dotati di

marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ).

5. Vassoi portacavi (passerelle) in lamiera di acciaio

I vassoi devono essere costruiti con elementi in lamiera di acciaio, profilati o piegati.

Quando sullo stesso vassoio sono posati cavi appartenenti a sistemi di diversa categoria, devono essere previste pareti divisorie in profilato di lamiera.

Il coperchio deve essere previsto solamente quando espressamente indicato nell'ordine, salvo i casi precisato successivamente, in cui il coperchio è comunque previsto.

L'altezza utile delle sponde dei vassoi non deve essere inferiore al diametro del cavo più grande.

I vassoi devono essere protetti con zincatura.

Per evitare la possibilità di danneggiare i cavi, i vassoi devono risultare privi di bave e di ogni altra asperità tagliente.

I vassoi devono essere sostenuti mediante supporti di frequenza e robustezza adatta a sostenere il peso proprio dei vassoi e dei coperchi (anche se questi ultimi non vengono installati), il peso dei cavi in essi contenuti (si suppone il vassoio pieno), nonché il peso accidentale di 700 N (circa 70 kg) ogni 4 m. I supporti devono assicurare ai vassoi una completa rigidità in tutti i sensi; i supporti devono essere in ogni caso distanziati non più di 2,5 m ed essere presenti nei punti di diramazione dei vassoi e dove iniziano tratti in salita o in discesa.

Nei percorsi verticali, in corrispondenza di luoghi di transito, per proteggere i cavi, devono essere installati vassoi chiusi verso il lato di transito, sino a circa 2,50 m da terra, con lamiera forata o piena, curando tuttavia che anche in tali tratti sia assicurata una sufficiente ventilazione naturale dei cavi contenuti.

Nell'attraversamento verticale di solette, i vassoi devono essere inquadrati da telai metallici sporgenti almeno 5 cm dal pavimento, atti ad impedire che acqua od altri liquidi giungano al foro di transito nella soletta; devono essere adatti alla successiva creazione del diaframma di sbarramento antifiamme.

I tubi protettivi in entrata ed in uscita dai vassoi devono essere rigidamente fissati ai lati dei vassoi stessi, con adatte staffe o fascette.

L'imboccatura dei tubi protettivi, in corrispondenza dei vassoi, deve essere eseguita in modo da evitare che acqua o altro liquido, che accidentalmente cada dall'alto, possa penetrare nei tubi stessi o pervenirvi colando lungo i cavi in essi entranti.

I vassoi portacavi non devono essere collegati intenzionalmente al dispersore; essi infatti sorreggono cavi provvisti di guaina ed è vietato effettuare giunzioni mediante morsetti sui vassoi; per tale ragione i vassoi non costituiscono una massa^v, per la quale è richiesta la messa a terra per consentire la richiusura verso terra delle correnti di guasto e quindi l'intervento delle protezioni magnetiche o differenziali (CEI 64-8).

I vassoi portacavi non devono essere collegati intenzionalmente al dispersore con collegamenti equipotenziali; essi infatti, per il fatto di essere installati tutti all'interno dell'area del dispersore di terra, non costituiscono una massa estranea^{vi}, per la quale è richiesto un collegamento equipotenziale con l'impianto di terra locale (CEI 64-8).

I vassoi portacavi devono essere collegati intenzionalmente al dispersore mediante collegamenti equipotenziali solo nel caso in cui vengano a costituire un corpo metallico interno o esterno^{vii}, per il quale è richiesto un collegamento equipotenziale con l'impianto di terra locale.

Ciò avviene se i vassoi transitano nelle vicinanze delle calate dell'impianto di protezione contro i fulmini.

I vassoi in quanto tali non costituiscono impianti interni o esterni^{viii}.

^v Parti conduttrici facenti parte di un impianto elettrico, che possono essere toccate, e che non sono in tensione in condizioni ordinarie, ma che possono andare in tensione in condizioni di guasto (norma CEI 64-8); una massa è, ad esempio, il rivestimento metallico di una macchina o di un apparecchio elettrico, il sostegno di un elettrodotto, la carpenteria metallica di un quadro elettrico.

^{vi} Parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, in grado di introdurre nell'area occupata dall'impianto un potenziale sensibilmente diverso da quello locale (norma CEI 64-8); una massa estranea è ad esempio una rotaia, una recinzione metallica, le tubazioni.

^{vii} Rispettivamente: Corpi metallici di notevole dimensione lineare, interni alla struttura da proteggere, che possono entrare a far parte del percorso della corrente di fulmine, come ad esempio: tubazioni, scale, guide di ascensori, guaine metalliche dei cavi, canalizzazioni di ventilazione, riscaldamento e condizionamento e ferri di armatura elettricamente continui. Corpi metallici di notevole dimensione lineare che penetrano nella struttura da proteggere, come ad esempio: tubazioni, schermi di cavi, canalizzazioni, ecc. e che possono trasportare una parte della corrente di fulmine.

^{viii} Impianti elettrici di energia, di segnale e di telecomunicazioni, interni alla struttura da proteggere. Impianti elettrici di energia, di segnale e di telecomunicazioni, entranti alla struttura da proteggere.

6. Tubi e canali portacavi in polivinilcloruro

I tubi protettivi in polivinilcloruro e accessori devono rispondere alle norme e devono essere dotati di marchio IMQ: ciò vale sia per gli impianti di energia sia per gli impianti ausiliari.

Vengono impiegati tubi protettivi “pieghevoli” in materiale isolante incassati nella muratura; sono definiti pieghevoli i tubi che, durante l'impiego, possono essere agevolmente piegati ma non con frequenza (questi sono tubi che sono adatti per alimentare a esempio le parti mobili di macchine, ecc.).

Per la posa a vista, ma eventualmente anche incassati nella muratura, sono da utilizzare tubi di tipo “rigido”.

Sono ammessi solo tubi protettivi non propaganti la fiamma.

I tubi protettivi, pieghevoli o rigidi, in materiale isolante posati sotto pavimento devono essere almeno di tipo medio (codice di classificazione 33 secondo CEI 23-80), anche per la posa a vista è bene utilizzare tubi di rigidi di tipo medio.

I tubi di tipo leggero (codice di classificazione 23 secondo CEI 23-80) potrebbero essere posati sotto traccia a parete, o a soffitto, oppure nel controsoffitto, ma di fatto anche in questi casi si consiglia di utilizzare tubi di tipo medio (anche per uniformità).

Il diametro esterno delle tubazioni non deve essere inferiore a 16 mm.

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

I canali portacavi in materiale plastico devono essere dimensionati per portare un numero di cavi almeno doppio di quello previsto nel progetto.

I canali devono essere conformi alla norma CEI 23-58 e s.m.i. e alle eventuali norme applicabili al caso specifico di posa (montaggio a soffitto, sotto pavimento, ecc.).

Le sezioni minime dei tubi e dei canali devono essere tali da rendere agevole la posa e l'eventuale sostituzione dei cavi.

Tale prescrizione si intende soddisfatta quando sono verificate le seguenti condizioni:

- Per i tubi di sezione circolare, il diametro interno deve essere almeno pari a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che dovranno essere in essi installati, e comunque non inferiore a 12 mm;
- Per le canalette e gli zoccoli attrezzati, nei quali i conduttori sono posati prima della chiusura dello zoccolo, il rapporto tra la somma delle sezioni interne delle canalette e l'area totale occupata dai cavi deve essere almeno pari a due.

La scelta dei colori delle tubazioni deve essere fatta tenendo a mente che il colore arancione

è riservato ai tubi propaganti la fiamma; tali tubi possono essere utilizzati solo se annegati in materiali incombustibili (esempio posati direttamente nel calcestruzzo).

Si consiglia di non utilizzare tubi di questo tipo.

I tubi non propaganti la fiamma possono essere di qualsiasi colore, ma il diverso colore aiuta a distinguere il tipo di impianto servito dal tubo; si consiglia quindi di utilizzare i colori come suggerito dalla guida CEI 64-100 e s.m.i.

Colore delle tubazioni

Distribuzione energia elettrica (potenza, illuminazione, movimentazione)	Nero
Telefonico	Verde
Ricezione segnali TV	Verde
Citofonico o videocitofonico	Blu
Distribuzione audio/video (Hi-Fi)	Blu
Trasmissione dati	Verde
Sicurezza (allarme intrusione/furto, soccorso e allarmi tecnici)	Marrone
Automazione domestica	Nero

Allegato 6 – Impianto fotovoltaico

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

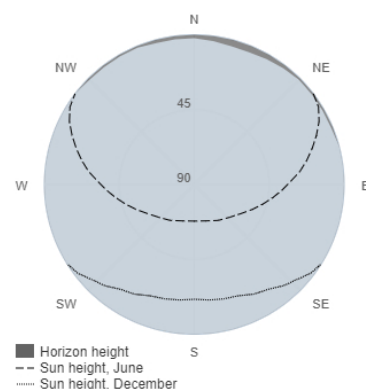
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 45.474,10.243
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-SARAH2
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 31.83 kWp
System loss: 14 %

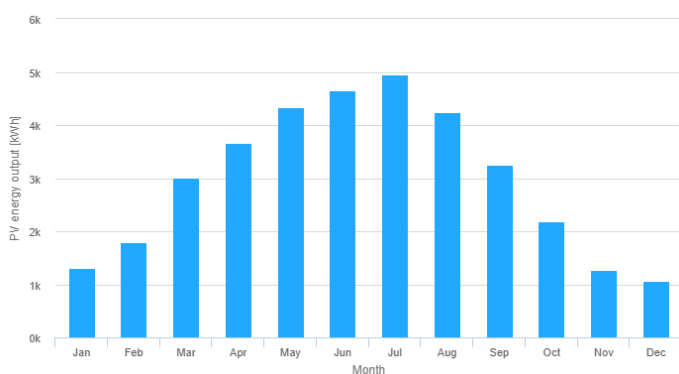
Simulation outputs

Slope angle: 5 °
Azimuth angle: -10 °
Yearly PV energy production: 35712.02 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1526.29 kWh/m²
Year-to-year variability: 1319.07 kWh
Changes in output due to:
Angle of incidence: -3.58 %
Spectral effects: 0.96 %
Temperature and low irradiance: -12.19 %
Total loss: -26.49 %

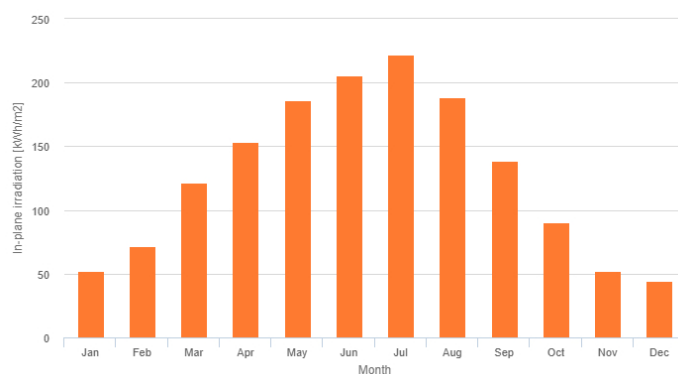
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	1302.3	52.2	275.2
February	1788.1	71.5	294.9
March	3002.9	121.6	404.5
April	3665.1	153.4	456.4
May	4333.7	186.3	370.3
June	4648.1	205.5	262.0
July	4951.5	221.6	250.7
August	4237.6	188.1	231.0
September	3243.7	138.9	191.4
October	2195.6	90.6	274.9
November	1271.9	52.5	231.0
December	1071.5	44.1	182.3

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

Dimensionamento dell'inverter

Progetto: Borgosatollo_Asilo
Numero del progetto: ---
Ubicazione: Italia / Borgosatollo

Temperatura ambiente:
Temperatura minima: -5 °C
Temperatura di dimensionamento: 28 °C
Temperatura massima: 37 °C

/ Progetto parziale Progetto parziale 1

1 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	17,58 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	37
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos φ = 1):	15,33 kW
Potenza attiva CA max (cos φ = 1):	15,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	87 %
Fattore di dimensionamento:	117,2 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	1184,8 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

30 x SunPower SPR-MAX6-475-COM (01/2022), Azimut: -10 °, Inclinazione: 5 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Generatore FV 1

7 x SunPower SPR-MAX6-475-COM (01/2022), Azimut: -10 °, Inclinazione: 5 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:
Numero delle stringhe:	2	1
Moduli fotovoltaici:	15	7
Picco di potenza (ingresso):	14,25 kWp	3,33 kWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 608 V	✓ 284 V
Tensione fotovoltaica min.:	579 V	270 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 846 V	✓ 395 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	33 A	33 A
Corrente max generatore:	✓ 21,6 A	✓ 10,8 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	43 A	43 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 23,1 A	✓ 11,6 A

Fattore di sfasamento minimo

Questi inverter vengono consegnati comprensivi di SMA ShadeFix. SMA ShadeFix è un software brevettato per inverter, che permette di ottimizzare automaticamente il rendimento degli impianti fotovoltaici in ogni situazione, anche in presenza di ombreggiamenti.

Dimensionamento dell'inverter

Progetto: Borgosatollo_Asilo
Numero del progetto: ---
Ubicazione: Italia / Borgosatollo

Temperatura ambiente:
Temperatura minima: -5 °C
Temperatura di dimensionamento: 28 °C
Temperatura massima: 37 °C

/ Progetto parziale Progetto parziale 1

1 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 2)

Picco di potenza:	14,25 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	30
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max (cos φ = 1):	15,33 kW
Potenza attiva CA max (cos φ = 1):	15,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	108 %
Fattore di dimensionamento:	95 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	962,1 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Generatore FV 1

15 x SunPower SPR-MAX6-475-COM (01/2022), Azimut: -10 °, Inclinazione: 5 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Generatore FV 1

15 x SunPower SPR-MAX6-475-COM (01/2022), Azimut: -10 °, Inclinazione: 5 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:
Numero delle stringhe:	1	1
Moduli fotovoltaici:	15	15
Picco di potenza (ingresso):	7,13 kWp	7,13 kWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 608 V	✓ 608 V
Tensione fotovoltaica min.:	579 V	579 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 846 V	✓ 846 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	33 A	33 A
Corrente max generatore:	✓ 10,8 A	✓ 10,8 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	43 A	43 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 11,6 A	✓ 11,6 A

Fattore di sfasamento minimo

Questi inverter vengono consegnati comprensivi di SMA ShadeFix. SMA ShadeFix è un software brevettato per inverter, che permette di ottimizzare automaticamente il rendimento degli impianti fotovoltaici in ogni situazione, anche in presenza di ombreggiamenti.

Allegato 7 – Protezione contro i fulmini, verifica del rischio

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini Valutazione del rischio

Eseguito da:

Ragione sociale: Architetto

Indirizzo:

Città:

Provincia:

Committente:

Ragione sociale: Asilo Rodari Borgosatollo

Indirizzo:

Città:

Provincia:

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine con riferimento all'impianto elettrico.

2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-2
Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-3
Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-4
Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture (Febbraio 2013)
- CEI 81-29
Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305 (Maggio 2020)
- CEI EN IEC 62858
Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali (Maggio 2020)

3 DATI INIZIALI

3.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale $N_g = 4,00$ fulmini/km² anno

3.2 Caratteristiche della struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

Lunghezza (m): 52 Larghezza (m): 25 Altezza (m): 4

La struttura è in un'area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD=0,50$)

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastica

Il rischio di incendio è: ordinario ($r_f = 0,01$)

Misure di protezione antincendio previste: nessuna ($r_p = 1$)

La struttura, in caso di fulminazione, non presenta pericoli particolari per l'ambiente (incluso il rischio di contaminazione) e le strutture circostanti, inoltre:

- non presenta pericolo di esplosione;
- non contiene apparecchiature dal cui funzionamento dipende direttamente la vita delle persone (ospedali e simili);
- non è utilizzata come museo (o simili) né per servizi pubblici di rete (TLC, TV, distribuzione di energia elettrica, gas, acqua).

La struttura non è dotata di un impianto di protezione contro i fulmini (LPS)
Per valutare la necessità della protezione contro il fulmine sono stati calcolati, in accordo con la norma CEI EN 62305-2 e relativa guida di applicazione CEI 81-29, il rischio perdita di vite umane (R1) e la frequenza di danno (F).

3.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne e relativi circuiti

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche e relativi circuiti:

L1 – Linea 1

Tipo di linea: energia interrata

Numero di conduttori: 4

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente (CT=1,0)

Lunghezza: 25 (m)

Percorso della linea in: città (CE=0,5)

Tensione di tenuta a impulso delle apparecchiature Uw: 2500 (V)

Caratteristiche circuito:

Distanza tra conduttori attivi e PE: 0,1 (m)

Lunghezza verticale: 5 (m)

Lunghezza orizzontale: 25 (m)

L2 – Linea 2

Tipo di linea: segnale interrata

Numero di conduttori: 4

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente (CT=1,0)

Lunghezza: 25 (m)

Percorso della linea in: città (CE=0,5)

Tensione di tenuta a impulso delle apparecchiature Uw: 1500 (V)

Caratteristiche circuito:

Distanza tra conduttori attivi e PE: 0,1 (m)

Lunghezza verticale: 5 (m)

Lunghezza orizzontale: 25 (m)

4 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA E DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI PER LA STRUTTURA E LE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 0,003600 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 0,00720

L'area di raccolta AL di ciascuna linea elettrica esterna è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4.

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) delle linee:

L1 – Linea 1

AL = 0,001 km²

L2 – Linea 2

AL = 0,001 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) delle linee:

L1 – Linea 1

NL = 0,001

L2 – Linea 2
NL = 0,001

Area di raccolta per fulminazione indiretta (AI) delle linee:

L1 – Linea 1
AI = 0,1 km²

L2 – Linea 2
AI = 0,1 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta (NI) delle linee:

L1 – Linea 1
NI = 0,1

L2 – Linea 2
NI = 0,1

5 CALCOLO DEL RISCHIO E DELLA FREQUENZA DI DANNO

5.1 Calcolo del rischio perdita di vite umane (R1)

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

RA = 7,2008E-7
RB = 3,6004E-6
RU = 2,0000E-7
RV = 1,0000E-6
Totale = 5,5205E-6

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,5205E-6

5.2 Analisi del rischio R1

Il valore totale del rischio R1 è inferiore o uguale a quello tollerabile stabilito dalla norma CEI EN 62305-2 (RT = 1,0000E-5).

6 Calcolo della frequenza di danno (F)

I valori della frequenza di danno sono di seguito indicati:

L1 – Linea 1
F = 0,04

L2 – Linea 2
F = 0,06

6.1 Analisi della frequenza di danno (F)

I valori della frequenza di danno sono inferiori al limite tollerabile stabilito dalla guida CEI 81-29 (FT = 1).

7 CONCLUSIONI

L'impianto elettrico non necessita di protezioni contro il fulmine, in relazione alla perdita di vite umane (rischio R1) ed alla frequenza di danno (F).

Data
27/04/2023

Timbro e firma

APPENDICE A – Ulteriori dati utilizzati per il calcolo

Tipo di pavimentazione: vegetale/cemento ($r_t = 0,01$)
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la struttura
Perdita per tensioni di contatto e di passo (interno ed esterno struttura) $L_t = 0,01$
Perdita per danno fisico $L_f = 0,001$



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 3,84 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,473674° N**

Longitudine: **10,243707° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2028.

Data 27/04/2023

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,473674

Longitudine: 10,243707

