

COMUNE DI BELLANO

PROVINCIA DI LECCO

PROGETTO ESECUTIVO PER LO SVILUPPO ARCHITETTONICO DI UNO SPAZIO ESPOSITIVO E MUSEALE ALL'INTERNO DELLA EX CHIESA DI SAN NICOLAO DI BELLANO, ACCOMPAGNATO DA UN PROGETTO DI RISANAMENTO CONSERVATIVO DELL'EDIFICIO STESSO.

PROGETTO ESECUTIVO

- all.1 _ Relazione tecnica e Quadro economico;
- all.2 _ Relazione geologica-geotecnica;
- all.3 _ Relazione di restauro conservativo;
- all.4 _ Relazione strutturale e calcoli delle strutture;
- all.5 _ Relazione esecutiva degli impianti e fulminazioni;**
- all.6 _ Elaborati Grafici;
- all.7 _ Studio di impatto ambientale;
- all.8 _ Capitolato speciale d'appalto e disciplinare descrittivo-prestazionale;
- all.9 _ censimento e risoluzione interferenze;
- all.10 _ elenco prezzi unitari;
- all.11 _ computo metrico estimativo;
- all.12 _ Piano di sicurezza e di coordinamento D.Lgs 81/2008 e ss. mm.;
- all.13 _ Fascicolo dell'opera D.Lgs 81/2008 e ss. mm.;
- all.14 _ Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- all.15 _ Cronoprogramma;
- all.16 _ Incidenza della manodopera

IL PROGETTISTA:

Arch. ROCCO VITALI

via Lecco 5 - 23822 Bellano (Lecco)
tel. 3401598145 - email: rocco.vitali@archiworldpec.it
iscritto all'Ordine degli architetti della prov. di Lecco al n. 1185
c.f. VTLRCC91H13A745I - p.IVA 03848410134

VITALI
STUDIO





Dott. Ing. Elio Stefanoni Progettazione impianti Elettrici e Termici
 via col di Lana 9 - Lecco
 www.elio stefanoni.ingegnere.it - mail:iespi@outlook.it - tel.0341 1960087

**Relazione tecnica impianti ai sensi del
 D.M. 37/08 e s.m.i.**

IMPIANTI TECNOLOGICI

OGGETTO: **IMPIANTI TECNOLOGICI
 ELETTRICI – SPECIALI - TERMICI
 Ex Chiesa San Nicolao
 vicolo San Nicolao - Bellano (LC)**

COMMITTENTE: **Comune di Bellano**

LECCO 29/05/2023



IL TECNICO
 Ing. Elio Stefanoni

Rev.	Descrizione:	data
5		
4		
3		
2		
1		
0	EMMISSIONE: <input type="checkbox"/> per il Cliente <input type="checkbox"/> Preliminare <input type="checkbox"/> Definitivo <input checked="" type="checkbox"/> Esecutivo <input type="checkbox"/> As-Built	Comm 223-050

INDICE

1.	<i>PREMESSA</i>	5
2.	<i>NORMATIVA GENERALE IMPIANTO ELETTRICO</i>	5
a.	Normativa tecnica di settore.....	5
	NORME CEI	5
3.	<i>CARATTERISTICHE DI FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA</i>	7
4.	<i>DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE</i>	7
5.	<i>DIMENSIONAMENTO DEI CAVI</i>	8
6.	<i>INTEGRALE DI JOULE</i>	9
7.	<i>DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO</i>	11
8.	<i>DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE</i>	12
9.	<i>CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI</i>	13
10.	<i>CADUTE DI TENSIONE</i>	13
11.	<i>RIFASAMENTO</i>	14
12.	<i>CALCOLO DEI GUASTI</i>	15
13.	<i>CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO</i>	15
14.	<i>CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO</i>	19
15.	<i>CALCOLO GUASTI BIFASE-NEUTRO E BIFASE-TERRA</i>	20
16.	<i>SCelta DELLE PROTEZIONI</i>	20
17.	<i>VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE</i>	21
18.	<i>VERIFICA DI SELETTIVITÀ</i>	22
19.	<i>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI</i>	22
20.	<i>SISTEMI TT</i>	23
21.	<i>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI</i>	24
22.	<i>QUADRI DI DISTRIBUZIONE</i>	25
b.	Riferimenti normativi.....	25
23.	<i>CONDUTTURE E CAVI</i>	25

c.	Riferimenti normativi.....	25
d.	Condutture: Generalità	26
e.	Cavi: Generalità.....	28
f.	Colori distintivi dei cavi.....	28
g.	Cadute di tensione:.....	29
h.	Tipologie di cavo.....	29
	Cavo: FG16M16 / FG160M16 0,6/1 kV - CPR Cca-s1b,d1,a1	29
	Cavo: FG17 450/750V - CPR Cca-s1b,d1,a1	30
	Cavo FS180R18 - CPR Cca - s3, d1, a3.....	31
i.	Colori dei conduttori:.....	32
j.	Cadute di tensione:.....	32
24.	IMPIANTO IRAI (RILEVAZIONE ALLARME INCENDIO)	33
	NORMATIVA TECNICA DI SETTORE.....	33
	RILEVATORI OTTICI PUNTIIFORMI DI FUMO.....	34
	RILEVATORI OTTICI LINEARI DI FUMO.....	35
	VERIFICHE PERIODICHE IMPIANTO IRAI.....	37
25.	IMPIANTO ANTINTRUSIONE.....	38
	NORMATIVA TECNICA DI SETTORE.....	38
	CLASSIFICAZIONE E COSTITUZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO	38
26.	TIPICI INSTALLATIVI.....	40
27.	NORMATIVA GENERALE.....	41
	NORMATIVA TECNICA DI SETTORE.....	41
28.	IMPIANTO IDRICO SANITARIO.....	42
29.	RETE DI DISTRIBUZIONE FLUIDI.....	44
	IMPIANTO TERMICO	44
	TUBAZIONI IN MULTISTRATO	45
	TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO E ZINCATO	46
	STAFFAGGIO DELLE TUBAZIONI.....	47
	ACCESSORI VARI PER TUBAZIONI	48

30.	<i>POMPA DI CALORE</i>	48
	CARATTERISTICHE	50
31.	<i>DIMENSIONAMENTO IMPIANTO RADIANTE</i>	52
32.	<i>CORPI SCALDANTI: PAVIMENTO RADIANTE</i>	53
	PANNELLO PAVIMENTO	53
	GIUNTO DI DILATAZIONE	53
	COLLETTORE	53
	NOTE TECNICHE:	54
	PREPARAZIONE DEL CANTIERE.....	54
	AVVERTENZE	54
	SHOCK TERMICO E RIVESTIMENTO	55
33.	<i>DISPOSIZIONI PARTICOLARI E COMPLEMENTARI</i>	56
	QUALITÀ, SCELTA ED APPROVAZIONE DI MATERIALI E LAVORAZIONI - INACCETTABILITÀ E RELATIVE CONSEGUENZE ...	57
	INGEGNERIA DI DETTAGLIO E DISEGNI COSTRUTTIVI E/O DI OFFICINA	57
	OPERE MURARIE E DI CARPENTERIA.....	57
	MANUTENZIONE PER IL PERIODO DI GARANZIA	58

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto gli impianti elettrici e termici da realizzare presso l'edificio di cui in epigrafe. Scopo del progetto è l'individuazione dei criteri d'installazione degli impianti in funzione dell'uso e della sicurezza, così come richiesto dalla Legge n° 37 del 22 gennaio 2008, per il rilascio delle autorizzazioni edilizie; al tal fine vengono individuate le tipologie degli impianti da installare, la necessità o meno di realizzare una protezione contro le scariche atmosferiche nel pieno rispetto delle Leggi in vigore e dei riferimenti normativi, con particolare risalto agli accorgimenti che si devono adottare per la sicurezza delle persone.

L'obbligatorietà della progettazione degli impianti elettrici è definita dall'art. 1, comma 2, del D.M. n° 37/08; inoltre essendo il volume degli edifici superiore a 200m³ è necessaria la relazione di verifica contro le scariche atmosferiche che accompagna la presente relazione di cui è parte integrante del progetto.

La Chiesa San Nicolao è un edificio sconsacrato, disponibile nel patrimonio del comune di Bellano: esso è utilizzato per mostre e/o eventi, e dove sono presenti degli affreschi di grande pregio culturale e storico.

L'intervento prevede oltre ad un risanamento conservativo della struttura anche il rifacimento dell'impianto elettrico e dell'impianto di riscaldamento.

2. NORMATIVA GENERALE IMPIANTO ELETTRICO

a. Normativa tecnica di settore

NORME CEI

Le Norme di riferimento relativamente ai singoli impianti e ai prodotti sono citate nelle specifiche sezioni della presente relazione.

NORMA	DESCRIZIONE
CEI 02	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI 3-14	Segni grafici per schemi Parte 2: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi, segni di uso generale
CEI 3-15	Segni grafici per schemi Parte 3: Conduttori e dispositivi di connessione
CEI 3-18	Segni grafici per schemi Parte 6: Produzione, trasformazione e conversione dell'energia elettrica
CEI 3-19	Segni grafici per schemi Parte 7: Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione
CEI 3-20	Segni grafici per schemi Parte 8: Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione
CEI 11-1	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Norme generali
CEI 11-8	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo

CEI 11-20	Impianti di produzione diffusa di energia elettrica fino a 3.000 KW
CEI 16-7	Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
CEI 17-6	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 a 75.5 KV.
CEI EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) Parte 2: Quadri di potenza
CEI 20 - 22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI 20 - 35	Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco
CEI 21 - 6/3	Batterie di accumulatori stazionari al piombo, parte 3
CEI 23 - 5	Prese a spina per uso domestico e similare
CEI 23 - 9	Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare
CEI 23 - 12	Prese a spina per usi industriali
CEI 23 - 16	Prese a spina di tipo complementare per uso domestico e similare
CEI 23 - 18	Interruttori differenziali per usi domestici e similari
CEI 34 - 21	Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove.
CEI 64-8/ 1,2,3,4,5,6,7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. ed a 1500 V in C.C. Parti 1,2,3,4,5,6,7.
CEI 64-50	Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici
CEI 70-1	Classificazione dei gradi di protezione degli involucri
CEI 81-10	Protezione di strutture contro i fulmini
D.M. 20/2/92	Approvazione del modello di Dichiarazione di Conformità dell'impianto alla regola d'arte
LEGGE 1/3/68 n° 186	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
D.M. 22/01/08 n°37	Norme per la sicurezza degli impianti
UNI EN 12464-1	Raccomandazioni per i livelli di illuminamento.

3. CARATTERISTICHE DI FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

Nel presente progetto si sono assunte le seguenti caratteristiche di funzionamento:

Tensione nominale fornitura in media tensione	-- [V]	
Corrente di guasto max in media tensione	-- kA	
Potenza del trasformatore	-- kVA	
Tensione nominale di alimentazione bassa tensione	(3F+N) 400 [V]	
Frequenza	50 [Hz]	
Potenza impegnata	10 kW	
Classificazione del sistema in relazione alla tensione nominale lato bassa tensione	Categoria: I	50<V<1000
Classificazione del sistema in relazione al collegamento del neutro ed al collegamento a terra delle masse	TT	(CEI 64-8)
Corrente di corto circuito trifase presunta a valle del punto di installazione del misuratore di energia	10 kA	

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

L'impianto elettrico avrà origine dal contatore dal quale verrà derivata la linea di alimentazione al quadro elettrico sottocontatore, QE.SC e, da esso al quadro elettrico generale QE.G.; i quadri elettrici conterranno tutti gli interruttori rispettivamente posti a protezione delle linee elettriche di alimentazione dei carichi elettrici o dei sottoquadri. Essi possono essere principalmente riassunti in:

- Linea prese;
- Linea luci;
- Linea apparati di sicurezza (antincendio/antintrusione);
- Linea impianto termico.

L'impianto elettrico prevede l'installazione di punti presa UNEL e bipasso 10/16A, oltre al rifacimento complessivo dell'impianto di illuminazione che prevede l'utilizzo di apparecchi illuminati con sorgente led.

L'edificio verrà infrastrutturato con un impianto IRAI (impianto rilevazione allarme incendio); esso sarà realizzato essenzialmente da rilevatori ottici di fumo installati ad intradosso del sottoparco, nel locale tecnico dove verrà installata la centrale di rilevazione ed allarme incendio e all'apice della volta absidale. Sotto il colmo dei due ambienti che precedono l'abside verranno installati i rilevatori lineari di fumo.

L'impianto IRAI verrà completato anche con l'installazione di un pulsante di allarme incendio e di un pannello ottico acustico.

5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

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

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

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

6. INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

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

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115

Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

7. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

8. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

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

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm², se in rame;
- 35 mm², se in alluminio;

9. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

10. CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left[\sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot If_i - \dot{Z}n_i \cdot In_i \right] \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos\varphi + X_{cavo} \cdot \sin\varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $K_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $K_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in W/km.

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

11. RIFASAMENTO

Il rifasamento è quell'operazione che tende a limitare la potenza reattiva assorbita, portando il valore del fattore di potenza al di sopra di una soglia ritenuta "buona" e normalmente riconosciuta pari ad un valore da 0,9 a 0,95. Con $\cos \phi = 0,9$, la potenza prelevata ha una componente attiva del 90%, mentre quella reattiva è del 43%. Con $\cos \phi = 0,95$, la potenza prelevata ha una componente attiva del 95%, mentre quella reattiva è del 31%.

In generale il rifasamento si esegue con dei condensatori che compensano la potenza reattiva che di solito è di tipo induttiva. Se un carico assorbe la potenza attiva P_n e la potenza reattiva Q , per diminuire ϕ e quindi aumentare $\cos \phi$ senza variare P_n (cioè per passare a $Q < \phi$) si deve mettere in gioco una potenza Q_{rif} di segno opposto a quello di Q tale che:

$$Q_{rif} = P_n \cdot (\tan \phi - \tan \Theta)$$

nella quale Θ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza a cui si vuole rifasare. Tale valore oscilla tra 0,9 e 0,95 a seconda del tipo di contratto di fornitura.

Il rifasamento può essere eseguito in due modalità:

- distribuito;
- centralizzato.

Tale scelta va valutata al fine di ottimizzare i costi ed i risultati finali, quindi le batterie di condensatori potranno essere inseriti

localmente in parallelo ad un carico terminale, oppure centralizzato per rifasare un determinato nodo della rete.

Se la rete dispone di trasformatori, possono essere inserite anche batterie di rifasamento a valle degli stessi per compensare l'energia reattiva assorbita a vuoto dalla macchina.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata tramite la:

$$I_{nc} = \frac{Q_{rif}}{k_{ca} \cdot V_n}$$

nella quale Q_{rif} viene espressa in kVAR.

Le correnti nominali e di taratura delle protezioni devono tenere conto (CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche; inoltre deve essere ammessa una tolleranza del +15% sul valore reale della capacità dei condensatori. Pertanto la corrente nominale dell'interruttore deve essere almeno di

$$I_{arth} = 1.53 I_{nc}$$

Infine la taratura della protezione magnetica non dovrà essere inferiore a $I_{armag} = 10 I_{nc}$

12. CALCOLO DEI GUASTI

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

13. CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;

- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mW risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mW:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\ X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\ R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\ X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\ R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\ X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up} \end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mW) di guasto trifase:

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro I_{k1Nmax} , fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

14. CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

15. CALCOLO GUASTI BIFASE-NEUTRO E BIFASE-TERRA

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

16. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km \max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag \max}$).

17. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin}^3 I_{inters min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmax}^3 I_{inters max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin}^3 I_{inters min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc max}^3 I_{inters max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e la I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

18. VERIFICA DI SELETTIVITÀ

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente la di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

19. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

20. SISTEMI TT

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

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

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

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

dove:

R_E è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale;

U_L è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il programma verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il programma possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la $I_{k1}(ft)$ *min*, allora $I_{a.c.i.}$ è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_S}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

21. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive devono essere completamente rivestite con materiale isolante rimovibile solo con la sua distruzione.

L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative Norme di prodotto, per altri componenti, l'isolamento deve resistere ad eventuali sforzi meccanici o elettrici e non degradarsi per attacchi chimici o innalzamento di temperatura.

Mediante involucri o barriere

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB; si possono avere tuttavia aperture più grandi da permettere la sostituzione di parti come nel caso di portalampade e fusibili, in accordo con le relative Norme. Per le parti orizzontali di barriere o involucri a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IPXXD. La rimozione delle barriere o l'apertura di involucri deve essere possibile in uno dei seguenti modi:

- Con l'uso di chiave o attrezzo
- Con efficace interblocco che consente l'accesso delle parti in tensione solo quando sia stata tolta l'alimentazione (blocco porta).
- Quando esiste una barriera intermedia con grado di protezione IPXXB rimovibile solo con attrezzo o chiave.

È consigliato evitare la protezione mediante ostacoli, distanziamento o con l'utilizzo di interruttori differenziali ad alta sensibilità, in quanto queste protezioni sono intese a fornire una protezione parziale contro i contatti diretti.

22. QUADRI DI DISTRIBUZIONE

b. Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 64-53: Edilizia residenziale: Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale;
- CEI EN 60439-1 (CEI 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 (CEI 17-13/3): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)

Eventuali nuovi quadri elettrici dovranno essere cablati con:

- dispositivi di sezionamento;
- dispositivi di comando;
- dispositivi di protezione dei circuiti contro le sovracorrenti;
- dispositivi differenziali;
- ausiliari;
- spie di segnalazione guasti.

I quadri di distribuzione di nuova fornitura saranno costruiti in materiale plastico auto estinguente o carpenteria metallica provvista di collegamento equipotenziale.

Tutte le parti elettriche attive e passive saranno sostenute da adatti telai in metallo. Sulla parte anteriore saranno posti uno o più pannelli che proteggeranno tutte le parti in tensione e permetteranno tutte le manovre di comando.

I quadri saranno forniti di interruttore generale e di interruttori di protezione magnetotermici per consentire la protezione delle linee dai sovraccarichi e dai corto circuiti, a tal fine le tarature degli interruttori saranno coordinate con le sezioni di linea ad essi collegate e la corrente di impiego dell'utenza relativa secondo i criteri esposti di seguito.

Saranno installati interruttori di tipo differenziale, generali o di parzializzazione, coordinati con il valore di resistenza dell'impianto di terra.

23. CONDUTTURE E CAVI

c. Riferimenti normativi

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
- CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici",
- CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI 20-40: "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"
- CEI 20-27: "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione"
- CEI-UNEL 35011: "Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione"
- CEI-UNEL 35012: "Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco"

- CEI 20-22/2: “Prove d’incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell’incendio”
- CEI 20-22/3: “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio”
- CEI-UNEL 00722: “Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0.6/1 kV”
- CEI-UNEL 35024/1: “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria” (per pose fisse) (CEI 64-8 Art. 523.1.3)
- CEI-UNEL 35024/2: “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”
- CEI-UNEL 35026: “Cavi 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”

d. Condutture: Generalità

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

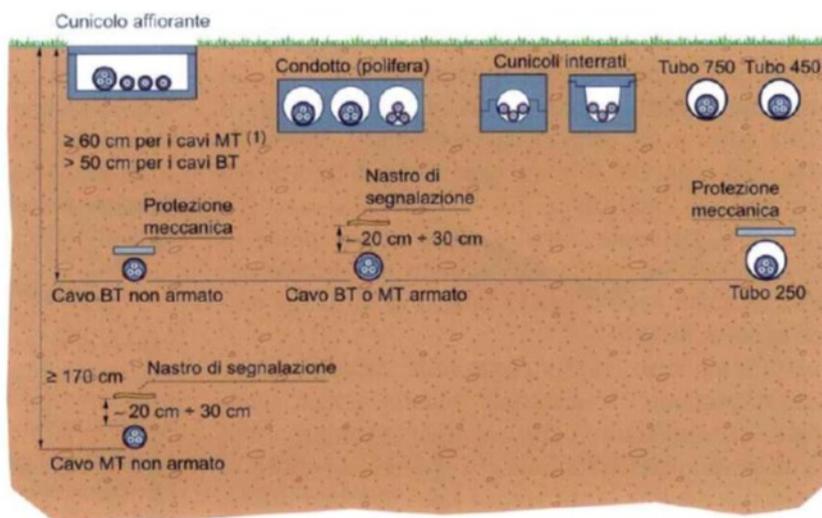
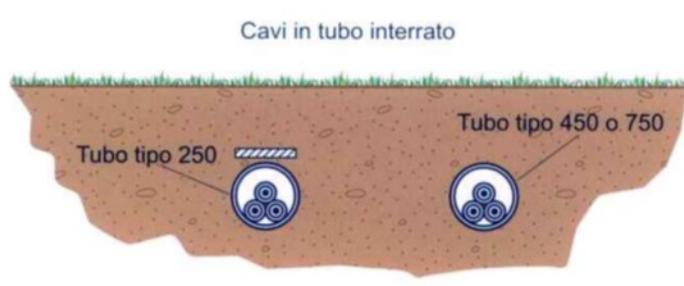
- A. Tutti i cavi impiegati nella realizzazione dell’impianto elettrico devono essere rispondenti alle norme UNEL e CEI.
- B. Il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti.
- C. I tipi di posa delle condutture in funzione del tipo di conduttore o di cavo utilizzato e delle varie situazioni, devono essere in accordo con quanto prescritto dalla CEI 64-8 Art. 521 (Tab. 52A e Tab. 52B); fermo restando che nei vespai i conduttori, posti entro tubazioni, dovranno essere di tipo FG7R ovvero con guaina.
- D. E’ consentita la posa di circuiti diversi in una sola conduttura a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale presente più elevata.
- E. Le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici.
- F. Non è permessa la posa diretta di cavi sotto intonaco.
- G. Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori di percorso devono essere tali da permettere l’infilaggio dei cavi; non saranno ammesse diametri dei tubi inferiori a 20mm ($\Phi 20$).
- H. I cavi devono inoltre poter essere sfilati, per agevolare eventuali riparazioni o futuri ampliamenti dell’impianto.
- I. I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori ed i cavi non ne risultino danneggiati.
- J. I supporti dei cavi e gli involucri non devono avere spigoli taglienti.
- K. Il rapporto tra il diametro interno del tubo (in cui sono posati i cavi) e il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti deve essere:
 - - almeno 1,3 volte (minimo 10mm) Negli ambienti ordinari;
 - - almeno 1,4 volte (minimo 16mm) Negli ambienti speciali.
 - Il rapporto tra la sezione interna del canale o della passerella e l’area della sezione occupata dai cavi, deve essere almeno il doppio.

Le vie cavo dovranno essere realizzate, a seconda della loro tipologia come segue:

- se interrate dovranno essere realizzate in materiale tipo PVC flessibile pesante con profondità d’ interramento di almeno 50cm computati a partire dalla generatrice superiore della tubazione sino al piano del pavimento finito alla quale deve essere associata una protezione meccanica supplementare esempio lastra o tegolo.;
- se sottotraccia dovranno essere realizzate in materiale tipo PVC flessibile;

- se a vista dovranno essere realizzate in tubazioni rigide tipo PVC pesante del tipo auto estinguenti non propagante la fiamma complete di ogni accessorio di giunzione e staffaggio idoneo per ancoraggi a soffitto o a parete; oppure
- essere realizzate per mezzo di passerelle perforate in acciaio galvanizzato e complete di ogni accessorio di giunzione e staffaggio idoneo per ancoraggio a soffitto o a parete; le passerelle dovranno essere rese equipotenziali con l'impianto di terra;

la profondità d'interramento dipende dai luoghi:



(1) 80 cm per posa in terreno pubblico.

Ogni tipologia di circuito dovrà essere ben identificata anche dalla canalizzazione che si utilizza, esempio:

1. Tubo di colore verde: circuito segnali
2. Tubo di colore azzurro: circuito luci
3. Tubo di colore rosso: circuito forza
4. Tubo di colore nero: circuito telefonia/dati
5. Tubo di colore viola: circuito antintrusione

e. Cavi: Generalità

I conduttori utilizzati dovranno essere unicamente di rame.

Saranno impiegati conduttori rispondenti alle Norme costruttive stabilite dal CEI, alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio IMQ in relazione alla classificazione dei vari ambienti ed al servizio svolto; saranno utilizzati i seguenti tipi di cavo:

LIVELLO RISCHIO EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016	LUOGHI DI IMPIEGO CEI 64-8	NUOVI CAVI CPR	Cavi non CPR non più conformi dopo entrata in vigore variante CEI 64-8
ALTO B2ca - s1a, d1, a1	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m.	FG18OM18 - 0,6/1 kV FG18OM16 - 0,6/1 kV	FG10OM2 - 0,6/1 kV FG10OM1 - 0,6/1 kV
MEDIO Cca - s1b, d1, a1	Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio. Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato. Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone. Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m.	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V H07Z1-K type 2 - 450/750 V	FG7OM1 - 0,6/1 kV N07G9-K H07Z1-K type 2 - 450/750 V Non marcato Eca(CE)
BASSO (posa a fascio) Cca - s3, d1, a3	Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	FG16OR16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V	FG7OR - 0,6/1 kV N07V-K
BASSO (posa singola) Eca	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose.	H07RN-F H07V-K	ARMONIZZATI Non marcati Eca(CE)

Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.

Per l'identificazione dei cavi senza guaina mediante simboli si applica la Norma CEI 16-1 "Individuazione dei conduttori isolati".

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotte. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo; non saranno ammesse giunzioni nelle scatole portafrutti.

Le giunzioni e/o derivazioni entro pozzetti interrati dovranno essere eseguite con materiali idonei al fine di ripristinare l'isolamento del cavo; ad esempio: giunti a resina colata, lastrature autoagglomeranti e vernici isolanti, tubi isolanti termorestringenti.(CEI 20-28).

f. Colori distintivi dei cavi

I conduttori devono essere distinguibili per tutta la loro lunghezza tramite il colore dell'isolante o per mezzo di marcatori colorati.

I cavi devono essere distinti tramite le seguenti colorazioni (CEI-UNEL 00722):

- giallo verde per il conduttore della terra;
- blu per il conduttore del neutro;
- marrone, nero, grigio, per le tre fasi di potenza;
- blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni oppure giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni per il conduttore PEN;
- rosso per i conduttori positivi e nero per i conduttori negativi in c.c. (ovviamente posati in canalizzazioni differenti da quelle contenenti circuiti in c.a.).

Il colore delle guaine dei cavi è normalizzato dalla norma CEI UNEL 00721.

I conduttori di energia e comando dovranno essere unicamente di rame.

g. Cadute di tensione:

Le massime cadute di tensione a pieno carico devono essere non superiori al 4% (16V su 400V; 9,2V su 230V): Il tratto considerato è sempre dalla sorgente (contatore dell'Ente erogatore) fino all'utenza più lontana.

La sezione dei cavi non sarà inferiore a:

0,25 mmq	per i servizi telefonici
1 mmq	per i servizi di segnalazione
1,5 mmq	per i servizi di energia normale
2,5 mmq	per le utenze F.M. (prese)

I cavi all'interno delle cassette di derivazione ed all'interno dei quadri elettrici dovranno essere contrassegnati in modo da indicare chiaramente il servizio al quale sono destinati.

h. Tipologie di cavo

Saranno impiegati conduttori rispondenti alle Norme costruttive stabilite dal CEI, alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio IMQ in relazione alla classificazione dei vari ambienti ed al servizio svolto; saranno utilizzati i seguenti tipi di cavo:

Cavo: FG16M16 / FG16OM16 0,6/1 kV - CPR Cca-s1b,d1,a1

Cavi adatti al rischio medio; alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con rischio medio; obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.



Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 = 4D

Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe5 = 6D

Sforzo massimo di tiro:

Durante l'installazione = 50 N/mm²

In caso di sollecitazione statica = 15 N/mm²

Norme di riferimento:

CEI 20-13 CEI 20-38

IEC 60502-1

CEI UNEL 35324 -35328-35016

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Cavo: FG17 450/750V - CPR Cca-s1b,d1,a1

Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevata presenza di persone (uffici, centri elaborazione dati, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, ospedali, cinema, teatri, discoteche). Sono utilizzabili per posa fissa, entro tubazioni, canali portacavi, cablaggi interni di quadri elettrici, all'interno di apparecchiature di interruzione e comando per tensioni fino a 1000V in corrente alternata e 750V verso terra in corrente continua.



Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

Installazione Fissa : $D < 12\text{mm} = 3D$ $D < 20\text{mm} = 4D$

Movimento libero: $D < 12\text{mm} = 5D$ $D < 20\text{mm} = 6D$

Sforzo massimo di tiro:

50 N/mm²

Norme di riferimento:

CEI 20-38

CEI UNEL 35310

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Cavo FS180R18 – CPR Cca - s3, d1, a3

Cavi per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti Interni. E' ammessa la posa Temporanea anche esterna.

Per posa in aria libera in tubo o in canaletta e in strutture metalliche. (Variante CEI 20-40)

Adatto alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile rispondenti al Regolamento Prodotti da Costrizione (CPR), con l'obbiettivo di limitare la propagazione dell'incendio secondo la classe prevista.

Guaina esterna PVC, qualità R18, colore Marrone.



Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

Installazione Fissa : = 4D

Norme di riferimento:

CEI UNEL 35720

CPR EU 305/11

i. Colori dei conduttori:

Per la identificazione dei conduttori si devono usare obbligatoriamente i colori:

- blu chiaro per il neutro del sistema,
- giallo-verde per i collegamenti equipotenziali di messa a terra,
- marrone, nero, cenere, altri per le fasi.

j. Cadute di tensione:

Le massime cadute di tensione a pieno carico devono essere non superiori al 4% (16V su 400V; 9,2V su 230V): Il tratto considerato è sempre dalla sorgente (contatore dell'Ente erogatore) fino all'utenza più lontana.

La sezione dei cavi non sarà inferiore a:

- | | |
|----------|----------------------------------|
| 0,25 mmq | per i servizi telefonici |
| 1 mmq | per i servizi di segnalazione |
| 1,5 mmq | per i servizi di energia normale |
| 2,5 mmq | per le utenze F.M. (prese) |

I cavi saranno contrassegnati in modo da indicare chiaramente il servizio al quale sono destinati.

Per il presente progetto i valori delle cadute di tensione riportate sugli schemi elettrici fanno riferimento alla massima corrente nominale dell'interruttore "In".

24. IMPIANTO IRAI (RILEVAZIONE ALLARME INCENDIO)

NORMATIVA TECNICA DI SETTORE

In particolare:

- UNI 9795:2013: Sistemi fissi automatici di rilevazione e di segnalazione allarme d'incendio
Progettazione, installazione ed esercizio

Gli impianti di rivelazione incendi sono suddivisibili in due tipologie:

- impianti manuali (installati per es. in luoghi di lavoro con rischio di incendio basso o medio)
- impianti automatici (installati per es. in luoghi di lavoro con rischio di incendio alto o luoghi ove specificato da disposizioni di prevenzioni incendi);

Nel caso in esame l'impianto sarà di tipo automatico.

L'area da sorvegliare deve essere suddivisa in zone ed ogni zona non deve comprendere più di un piano dell'edificio e non può coprire una superficie maggiore di 1600 m².

Le caratteristiche limiti che una zona può avere sono specificate dalla Norma UNI 9795.

Nel caso in esame sia il comparto l'area da sorvegliare è maggiore di 1600m², pertanto verrà suddivisa in più aree in modo tale che l'area di ogni singola zona non ecceda il valore limite imposto dalla norma e che ogni zona si sviluppi solo orizzontalmente.

L'impianto di rilevazione fumi di tipo automatico è generalmente costituito da rilevatori di fumo distinguibili tra:

- puntiformi ottici (adatti a rilevazione fumi visibili);
- puntiformi a ionizzazione (adatti a rilevazione fumi trasparenti);
- lineari (adatti per rilevazioni in locali ampi);
- ad aspirazione (adatto per esempio a rilevazioni in condotti o magazzini con particolari conformazioni di lay-out);
- rilevatori di calore:
- puntiformi velocimetrici (adatti alla rilevazione di incendi a sviluppo rapido);
- puntiformi statici (adatti alla rilevazione di incendi a sviluppo rapido);
- lineari (utilizzabili ad es. in gallerie);
- rilevatori di fiamma:
- puntiformi (adatti alla rilevazione di incendi a sviluppo rapido);
- a radiazione ultravioletta (adatti per rilevazione incendi ad alto sviluppo di fumo);
- pulsanti di allarme manuale;
- dispositivi di allarme ottico-acustico;
- linee di interconnessione;
- centrale di controllo e segnalazione.

Nel caso in esame, le tipologie di rilevatore di fumo scelta è di tipo:

- puntiforme: per le aree destinate a ripostiglio/magazzino, locali tecnici, porzioni di controsoffitto con passaggio degli impianti;
- ad aspirazione: zona magazzino/deposito carico, scarico ed imballaggio;
- lineari nel magazzino con scaffalature fisse.

RILEVATORI OTTICI PUNTIFORMI DI FUMO

La scelta e l'installazione di un rilevatore ottico di fumo è anche subordinata alla tipologia di copertura e all'altezza dell'ambiente nel quale verrà installato, pertanto nel caso dei rilevatori ottici puntiformi si sono considerate le seguenti disposizioni dettate dalla norma UNI 9795.

Il numero minimo di rilevatori puntiformi di fumo da installare in una zona è ottenuto dalla seguente espressione:

$$N = \frac{S}{A_{max}}$$

S: superficie a pavimento della zona

A_{max}: area a pavimento che un rilevatore può osservare (dato dai prospetti 5 e 6 UNI 9795)

prospetto 5 **Posizionamento rivelatori puntiformi di fumo su soffitti piani o con inclinazione rispetto all'orizzontale $\alpha \leq 20^\circ$ e senza elementi sporgenti**

	Altezza (<i>h</i>) dei locali (m)			
	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$12 < h \leq 16$
Tecnologia di rivelazione	Raggio di copertura ^{a)} (m)			
Rivelatori puntiformi di fumo (UNI EN 54-7)	6,5	6,5	6,5	AS ^{b)}
a)	Vedere punto 3.6 e figura 8.			
b)	Applicazioni Speciali previste in ambienti particolari dove è ipotizzabile l'utilizzo della tecnologia dei rivelatori di fumo solo ed esclusivamente se l'efficacia del sistema viene dimostrata con metodi pratici quali per esempio quelli riportati nel punto 8 oppure mediante installazione di rivelatori a piani intermedi.			

prospetto 6 **Posizionamento rivelatori di fumo su soffitti con inclinazione (α) rispetto all'orizzontale $>20^\circ$ e senza elementi sporgenti**

	Altezza (<i>h</i>) dei locali (m)			
	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$12 < h \leq 16$
Inclinazione	Raggio di copertura ^{a)} (m)			
$20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	7	7	7	AS ^{b)}
$\alpha > 45^\circ$	7,5	7,5	7,5	AS ^{b)}
a)	Vedere punto 3.6 e figura 8.			
b)	Applicazioni Speciali previste in ambienti particolari dove è ipotizzabile l'utilizzo della tecnologia dei rivelatori di fumo solo ed esclusivamente se l'efficacia del sistema viene dimostrata con metodi pratici quali per esempio quelli riportati nel punto 8 oppure mediante installazione di rivelatori a piani intermedi.			

RILEVATORI OTTICI LINEARI DI FUMO

Le prescrizioni dettate dalla norma UNI 9795 per l'installazione dei rilevatori ottici lineari sono:

- 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 convenzionalmente come massima non deve essere maggiore di 15 m.
- Nel caso di soffitto con copertura piana, la collocazione dei rilevatori ottici lineari rispetto al piano di copertura deve essere compresa entro il 10% dell'altezza del locale da proteggere.
Qualora non sia possibile rispettare i parametri di installazione sopra esposto e per una installazione fino a 12 metri di altezza, deve comunque essere rispettato il limite inferiore del 25% rispetto all'altezza di colmo del locale da proteggere e in tal caso è necessaria l'installazione addizionale del 50% dei rilevatori normalmente previsti.

Nel caso di soffitto con coperture a falde inclinate o a shed, i rilevatori 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 soluzioni che prevedano l'installazione delle unità di rivelazione prossime alla linea di falda o di colmo del tetto e parallele alla linea di colmo.

In relazione alle caratteristiche tecniche indicate dai singoli costruttori ed in relazione ai seguenti parametri:

- 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 e laboriosa;
- e) polverosità dell'ambiente.

L'impianto di segnalazione allarme incendio sarà completato anche dall'installazione di:

- pulsanti di allarme manuale: in numero pari ad almeno uno per ogni via di uscita di sicurezza, e qualora le distanze non lo consentissero anche in posizione intermedia e comunque almeno due per ogni zona;
- Dispositivi di allarme ottico – acustico: i segnalatori ottico-acustico avranno un'autonomia di 30 min. Le linee per il passaggio del segnale tra centrale di comando e segnalatori di allarme avranno una resistenza al fuoco pari a 30 min.
- Linee di interconnessione: Devono essere di sezione 0,5mm² minimo; le linee che collegano la centrale ai dispositivi di segnalazione ottici ed acustici e agli attuatori per l'emergenza devono essere resistenti al fuoco (di 30 min); non è invece richiesto che sia resistente al fuoco la linea che collega la centrale con i dispositivi di rilevazione ed i pulsanti manuali poiché la centrale deve andare in allarme se una linea di rivelazione si interrompe o va in corto circuito.
- Centrale di controllo e segnalazione: La centrale deve essere ubicata in luogo presidiato, facilmente raggiungibile e dotato di illuminazione di sicurezza.
- Alimentazione elettrica: L'alimentazione della centrale deve essere indipendente dalla ordinaria con propri dispositivi di sezionamento, comando e protezione. Deve essere prevista una alimentazione di sicurezza che generalmente viene fornita da una batteria di accumulatori.

ESERCIZIO DEI SISTEMI

Generalità

Il mantenimento delle condizioni di efficienza dei sistemi è di competenza del responsabile del sistema che deve provvedere:

- alla continua sorveglianza dei sistemi;
- alla loro manutenzione, richiedendo, dove necessario, le opportune istruzioni al fornitore.

A cura del responsabile del sistema deve essere tenuto un apposito registro, firmato dai responsabili, costantemente aggiornato, su cui devono essere annotati:

- i lavori svolti sui sistemi o nell'area sorvegliata (per esempio: ristrutturazione, variazioni di attività, modifiche strutturali, ecc.), qualora essi possano influire sull'efficienza dei sistemi stessi;
- le prove eseguite;
- i guasti, le relative cause e gli eventuali provvedimenti attuati per evitarne il ripetersi;
- gli interventi in caso di incendio precisando: cause, modalità ed estensione del sinistro, numero di rivelatori entrati in funzione, punti di segnalazione manuale utilizzati e ogni altra informazione utile per valutare l'efficienza dei sistemi.

Il registro deve essere tenuto a disposizione dell'autorità competente.

Si raccomanda che il responsabile del sistema tenga a magazzino un'adeguata scorta di pezzi di ricambio.

Per quanto riguarda il controllo iniziale e la manutenzione dei sistemi si applica la UNI 11224.

VERIFICHE PERIODICHE IMPIANTO IRAI

<i>ESITO VERIFICA</i> - - <i>TIPOLOGIA DI VERIFICA</i>		<i>positivo</i>	<i>negativo</i>	Osservazioni
ESAME VISIVO GENERALE DELL'IMPIANTO				
1)	La centrale di controllo e segnalazione funziona correttamente e segnala il buon funzionamento dei componenti dell'impianto			
2)	I componenti sono in stato integro e ben conservati			
3)	I componenti sono correttamente installati ed idonei al luogo/ambiente di installazione e ai materiali in esso contenuti			
4)	Verifica della carica degli accumulatori			
5)	I rilevatori distano almeno 50 cm dalle pareti, materiali in deposito etc.			
6)	I led dei rilevatori sono tutti spenti			
7)	I pulsanti di allarme manuale sono visibili, facilmente accessibili e correttamente segnalati			
8)	I luoghi/ambienti protetti hanno subito modifiche o cambiamenti tali da inficiare il corretto funzionamento dell'impianto			
9)				
PROVE E VERIFICHE				
1)	L'alimentazione primaria e di riserva dell'impianto sono efficienti			
2)	I pulsanti di segnalazione manuale funzionano correttamente durante la simulazione di allarme			
3)	I rilevatori funzionano correttamente durante la simulazione di allarme			
4)	I dispositivi ottico-acustici funzionano correttamente durante la simulazione di allarme			
5)	I sistemi di sblocco delle porte tagliafuoco operano correttamente			
6)	Le serrande delle canalizzazioni operano correttamente			
7)	Le segnalazioni di fuori servizio guasti ed avarie operano correttamente			
8)	I rilevatori sono ben puliti			
9)				

NORMATIVA TECNICA DI SETTORE

In particolare:

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua

CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature

CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione

La Norma CEI 79-2 suddivide i dispositivi necessari per realizzare l'impianto d'allarme in tre livelli; ogni livello determina le prestazioni dei prodotti in scala crescente in modo che l'ultimo soddisfi le esigenze della maggiore classe di rischio alla quale è esposto il locale da sorvegliare.

La Norma CEI 79-3 determina la classe di rischio in rapporto alle esigenze dell'utente e quindi il corrispondente livello prestazionale dell'impianto e delle apparecchiature.

CLASSIFICAZIONE E COSTITUZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'obiettivo di creare adeguatamente barriere contro l'intrusione di persone, finalizzato al furto di beni, può anche essere ottenuto attraverso l'adozione di sistemi di rivelazione ed allarme.

Fermo restando la realizzazione dell'impianto alla regola dell'arte, vi sono diverse tipologie impiantistiche che forniscono diversi gradi di protezione e sicurezza, la scelta sul tipo d'impianto da realizzare deve essere effettuata considerando il luogo ed i beni da proteggere.

Prima di realizzare l'impianto antintrusione si devono considerare le seguenti fasi di sviluppo:

- 1 valutazione del luogo e delle zone da proteggere;
- 2 definizione del livello di prestazione dell'impianto;
- 3 determinazione dell'ubicazione, quantità e tipologia dei rivelatori;
- 4 determinazione dell'ubicazione della centrale, degli organi di comando e degli apparati di teletrasmissione;
- 5 scelta del tipo, numero ed ubicazione dei dispositivi d'allarme.

Valutazione del luogo e delle zone da proteggere

Devono essere definiti ed indicati sulla pianta topografica dell'ambiente da proteggere e dell'ambiente circostante, per poter fornire indicazioni essenziali da tener presenti nelle successive fasi di progetto.

Definizione del livello di prestazione dell'impianto

L'obiettivo di massima da raggiungere deve essere preventivamente concordato fra committente e fornitore in relazione al valore o all'importanza delle cose da proteggere (ed eventualmente alla sicurezza delle persone presenti quando l'impianto è in servizio).

La determinazione del livello di prestazione incide sia sulla scelta dei componenti singoli dell'impianto, sia sulla sua architettura e conformazione.

Determinazione dell'ubicazione, quantità e tipologia dei rivelatori

La sicurezza ottenibile per un luogo da proteggere da tentativi di intrusione dipende dal numero di barriere che è possibile realizzare (pareti, porte, cancelli ecc.) controllate da un certo numero di rivelatori di diverso tipo (puntuali, lineari, superficiali, volumetrici), in funzione della loro posizione e della zona affidata alla loro sorveglianza.

Determinazione dell'ubicazione della centrale, degli organi di comando e degli apparati di teletrasmissione

La centrale (l'organo di gestione dell'intero impianto) deve essere ubicata all'interno di una zona protetta o in apposito locale, anch'esso protetto. Deve inoltre essere posizionata in modo tale da permettere un'agevole manutenzione.

Gli organi di comando possono essere posizionati:

- in aree non protette (se la centrale è ubicata in zona protetta);
- in aree protette (i circuiti di allarme dovranno essere ritardati. Ritardo massimo 300s).

Scelta del tipo, numero ed ubicazione dei dispositivi d'allarme

Gli allarmi generati dai dispositivi di segnalazione possono essere:

- segnalati localmente (avvisatori luminosi/acustici) solo se vi è la presenza di personale in grado di recepire le segnalazioni e di attivare le opportune operazioni di intervento, e/o
- trasmessi a distanza (teletrasmissione) ad un centro di controllo. Dispositivi luminosi/acustici (esterni, in posizioni ben visibili e difficilmente raggiungibili) possono essere utilizzati per agevolare la localizzazione del luogo in allarme.

Le gamme di frequenza utilizzabili nella pratica per la trasmissione di allarmi, segnalazioni e informazioni di sicurezza sono le seguenti:

VHF (Very High Frequency): 30 - 300 MHz

UHF (Ultra High Frequency): 300 - 3000 MHz

SHF (Super High Frequency): 3 - 30 GHz

Il campo di frequenze superiori ad 1 GHz è comunemente definito con il termine di microonde. I collegamenti devono comunque operare entro le bande di frequenza previste dalla legislazione vigente ed in accordo con le relative prescrizioni.

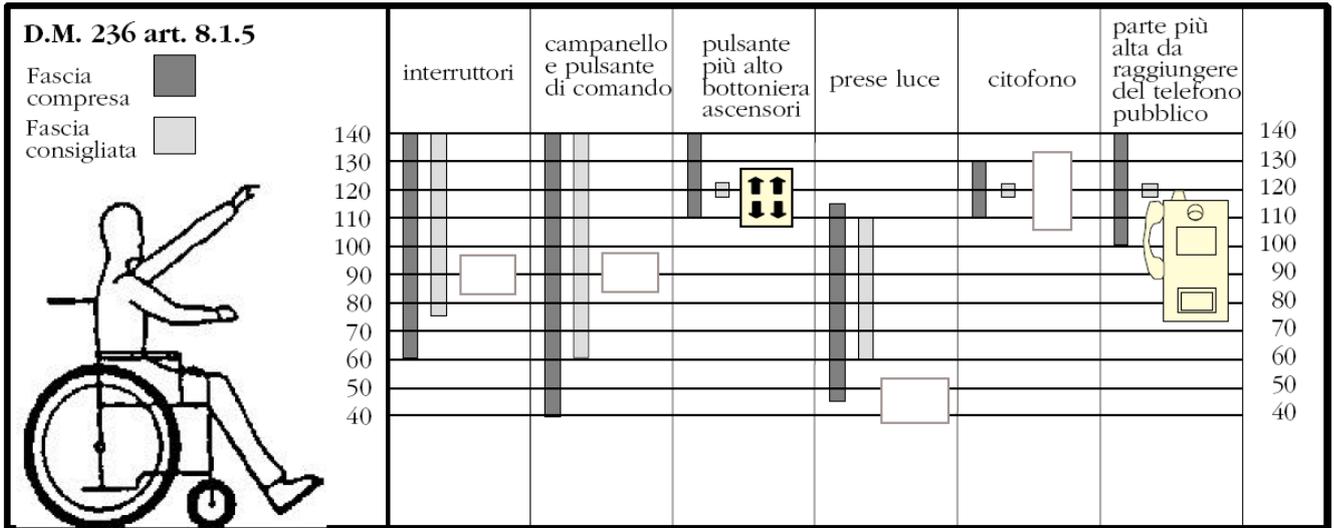
La durata delle segnalazioni acustiche esterne non dovrà superare i 10 min, (salvo diverse prescrizioni).

Le norme CEI 79-2 e 79-3 hanno introdotto la valutazione del livello dell'impianto d'allarme, a tal fine è stato elaborato un procedimento matematico che considera i più importanti fattori dai quali dipendono le prestazioni stesse. Sono presi in considerazione:

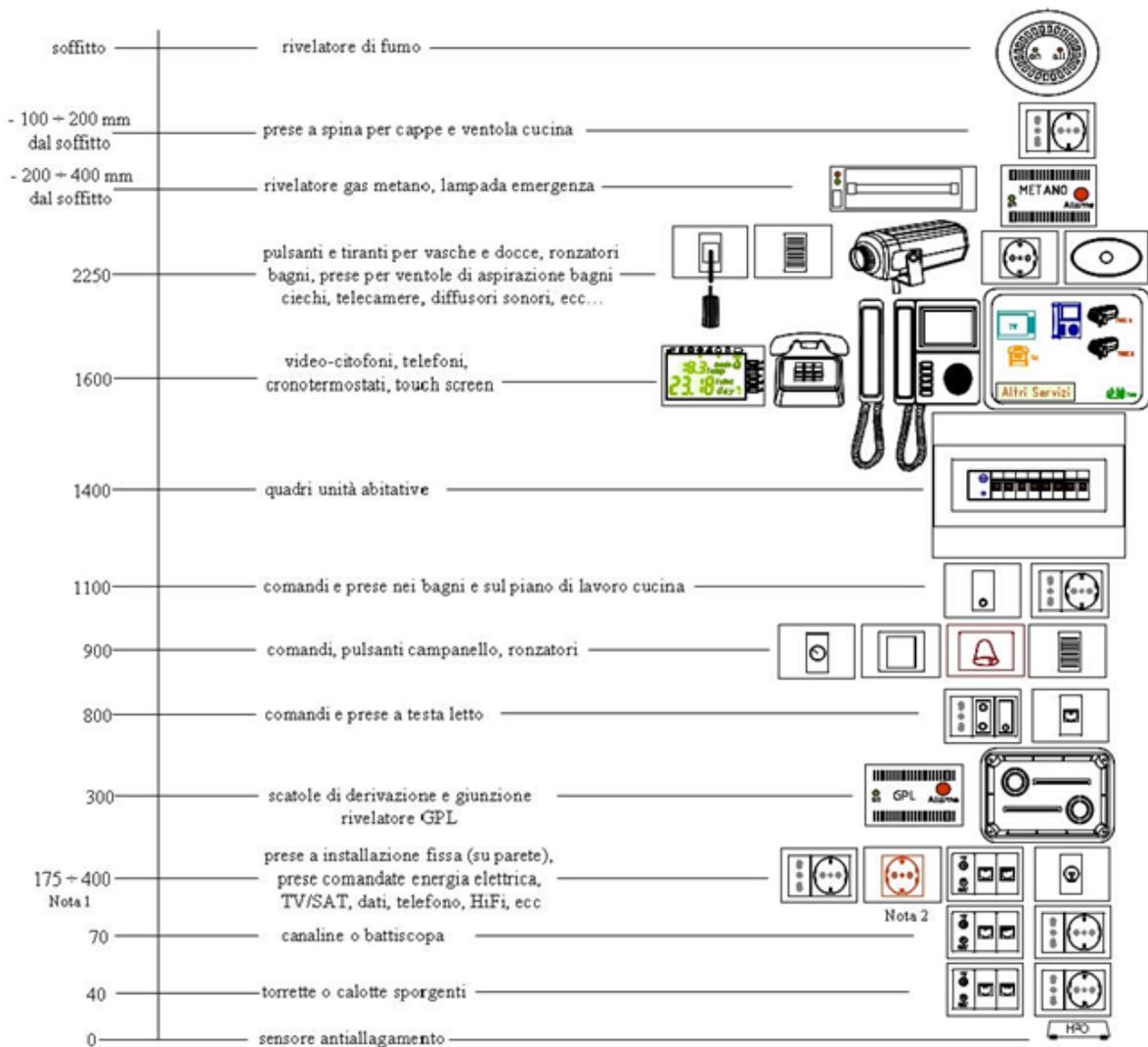
- a) apparati rivelatori
- b) interconnessioni
- c) correlazione tra gli apparati
- d) importanza dei singoli apparati
- e) presenza di zone non protette
- f) gestione e manutenzione

26. TIPICI INSTALLATIVI

Altezze installative per diversamente abili:



Tipici installativi



NORMATIVA TECNICA DI SETTORE

- D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37;
- UNI EN 378-1;
- UNI EN 1264;
- UNI EN 1861;
- UNI 8061;
- UNI EN 12098-1;
- UNI 8065;
- UNI 8211;
- UNI 8364;
- UNI 9511-1;
- UNI 10200;
- UNI 10339;
- UNI/TS 11300-2;
- UNI EN 15316;
- UNI 10412;
- UNI 10847.
- UNI 9182:2010

28. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

Il dimensionamento delle reti di distribuzione idrica è effettuato sulla base delle unità di carico che competono ad ogni singolo apparecchio e/o gruppi di apparecchi secondo quanto prescritto dalla norme UNI 9182.

DATI DI RIFERIMENTO

Pressione acquedotto 3,5-4 bar

Portata minima degli apparecchi erogatori:

Portata minima degli utilizzatori idrosanitari:

UTENZA	ACQUA FREDDA l/s	ACQUA CALDA l/s
lavello	0,15 l/s	0,15 l/s
lavatoio	0,15 l/s	0,15 l/s
lavabo	0,15 l/s	0,15 l/s
bidet	0,1 l/s	0,1 l/s
cassetta wc	0,1 l/s	/
doccia	0,1 l/s	0,1 l/s
vasca	0,2 l/s	0,2 l/s

Valore di unità di carico per singolo apparecchio:

UTENZA	UC acqua fredda	UC acqua calda	UC Af+Ac
Lavabo a canale	0,75	0,75	1
WC	3	0	3
Doccia	1,5	1,5	2

Portata minima degli utilizzatori idrosanitari :

UTENZA	ACQUA FREDDA l/s	ACQUA CALDA l/s
Lavabo, bidet	0,1	0,1
Doccia, lavello	0,15	0,15
Cassetta vaso WC	0,1	-

Velocità massima nelle tubazioni :

Diametro	Velocità m/s	Diametro	Velocità m/s
1/2"	0.7	2"	2.0
3/4"	0.9	2 1/2"	2.3
1"	1.2	3"	2.4
1 1/4"	1.5	4" - 5" - 6"	2.5
1 1/2"	1.7		

Pressione minima a monte delle utenze idrosanitarie :

UTENZA	Pressione kPa
Lavabo, bidet	50
Doccia, lavello	50
Cassetta vaso WC	50

Le ceramiche degli apparecchi sanitari saranno in porcellana dura (vitreous-china) conformi alle norme UNI 4542.

Ogni apparecchio sarà provvisto di:

- collegamento per mezzo di tubazione di adduzione completa di isolamento ;
- collegamento alle condutture di scarico completo di rosone a muro o a pavimento;
- sifone cromato di facile ispezione.

IMPIANTO TERMICO

Tutte le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla sotto riportata tabella in funzione del diametro della tubazione espresso in millimetri e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/mK alla temperatura di 40°C.

Conduttività termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

- I. Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella A, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella A stessa.
- II. I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella A, vanno moltiplicati per 0,5.
- III. Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella A, vanno moltiplicati per 0,3.

TUBAZIONI IN MULTISTRATO

Le tubazioni in multistrato sono realizzate con uno strato interno in polietilene reticolato chimicamente (PeX-b), uno strato intermedio di alluminio saldato testa-testa con tecnologia laser, ed uno strato esterno in polietilene reticolato chimicamente (PeX-b) coestruso.

Esse devono essere rispondenti alla norma UNI EN 10954-1:2001 ed al contempo essere idonee al trasporto di acqua potabile in conformità al decreto ministeriale del 6 aprile 2004 nr.174, concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano, riportato sulla gazzetta ufficiale nr.166 del 17 luglio 2004

Caratteristiche del polimero:

Proprietà	Metodo di prova	Valore tipico	Unità di misura
Densità a 23°C	ASTM D-792	0.942	g/cm ³
Indice di fluidità (190°C/2.16 Kg)	ISO 1133	0.33	g/10'
Allungamento a rottura	ASTM D-638	400	%
Resistenza alla trazione	ASTM D-638	20	MPa
Modulo di elasticità in trazione a 0°C	ISO R 527	1350	MPa
Temperatura di rammollimento Vicat	ASTM D-1525	126	°K
Calore specifico a 23°C	/	1.92	J/g °K
Coefficiente di dilatazione lineare	ASTM D-696	1.9 x 10 ⁻⁴	1/°K

Caratteristiche dell'anima di alluminio:

Proprietà	Metodo di prova	Valore tipico	Unità di misura
Carico di rottura Rm	EN 485-2	85 : 110	MPa
Rp 0.2	EN 485-2	> 30	MPa
Allungamento A50	EN 485-2	> 19	%
Peso specifico	/	2.7	g/cm ³

Caratteristiche generali

Diametro esterno	14	16	18	20	26	32	40	50	63
Diametro interno	10	12/11.5	14	16/15	20	26	33	42	54
Spessore totale	2.0	2.0/2.25	2.0	2.0/2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5
Spessore alluminio	0.20	0.20	0.25	0.25	0.30	0.50	0.80	1.00	1.20
Pressione max. esercizio (bar)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Temperatura max di esercizio (°C)	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Coefficiente ruvidità interna	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Conduttività termica (W/m°C)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO E ZINCATO

Le tubazioni dovranno essere di tipo senza saldatura, in acciaio nero serie media, conformi alle norme UNI EN 10255:2005 con caratteristiche di cui alla sottostante tabella:

SERIE MEDIA UNI EN 10255 FILETTABILE UNI-ISO 7/1, CON MANICOTTO UNI-ISO 50							
FILETTATURA Ø NOMINALE POLLICI	Ø ESTERNO		SPESSORE MM	MASSA LINEICA - KG/M			
	MAX MM	MIN MM.		SENZA FILETTATURA		FILETTATI CON MANICOTTO	
				GREZZI	ZINCATI	GREZZI	ZINCATI
3/8	17,5	16,7	2,3	0,839	0,786	0,845	0,882
1/2	21,8	21,0	2,6	1,21	1,26	1,22	1,27
3/4	27,3	26,5	2,6	1,56	1,62	1,57	1,63
1	34,2	33,3	3,2	2,41	2,49	2,43	2,51
1 1/4	42,9	42,0	3,2	3,10	3,20	3,13	3,23
1 1/2	48,8	47,9	3,2	3,56	3,67	3,60	3,71
2	60,8	59,7	3,6	5,03	5,17	5,10	5,24
2 1/2	76,6	75,3	3,6	6,42	6,60	6,54	6,72
3	89,5	88,0	4,0	8,36	8,57	8,53	8,74
4	115	113,1	4,5	12,2	12,48	12,5	12,80
5	140,0	138,5	5,0	16,6	16,94	17,1	17,30
6	166,5	163,9	5,0	19,8	20,20	20,4	20,80

Nel montaggio si dovranno realizzare le opportune pendenze. Tutte le colonne verticali dovranno essere fissate in modo da evitare carichi di punta o torsioni.

Le tubazioni collegate a tutte le apparecchiature dovranno essere supportate in modo da evitare sforzi eccessivi, deformazioni nel collegamento e consentire la rimozione delle apparecchiature in modo agevole e senza richiedere supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.

Negli attraversamenti di strutture, si dovranno predisporre spezzoni di tubo zincato o acciaio verniciati atti a consentire all'interno di essi il libero passaggio delle tubazioni ivi compreso il rivestimento isolante previsto; per finitura saranno installate rosette in acciaio cromato. Tale finitura non è necessaria nei locali tecnici.

Le tubazioni non dovranno essere annegate, ricoperte o isolate finché non siano state ispezionate, provate ed approvate dalla Direzione Lavori. Tutte le tubazioni in acciaio nero o zincate in corso di montaggio dovranno essere protette alle loro estremità libere da opportuni tappi per evitare l'introdursi di polvere, sporcizia o animali; a tale uso non saranno consentite chiusure in nylon, plastica e stracci.

Tutte le tubazioni di acciaio nero dovranno essere trattate con doppia mano di antiruggine spessore 30 micron di colore diverso per controllare agevolmente l'avvenuto trattamento; prima dell'applicazione delle due mani di antiruggine le tubazioni dovranno essere accuratamente spazzolate, con spazzola metallica, e scartavetrare nei punti ove si fossero manifestati processi di ossidazione anche di lieve entità.

Dopo il suddetto trattamento le tubazioni risulteranno pronte ad accogliere la coibentazione di competenza.

In alternativa alle tubazioni sopra descritte sarà possibile utilizzare le tubazioni del tipo a pressare.

STAFFAGGIO DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni non correnti sottotraccia devono essere sostenute da apposito staffaggio atto a sopportarne il peso, consentirne il bloccaggio e permetterne la libera dilatazione; lo staffaggio può essere eseguito sia mediante staffe continue per fasci tubieri o mediante collari e pendini per le tubazioni singole.

Tutti gli staffaggi di sostegno, dovranno essere eseguiti in profilati di acciaio fissati saldamente alle strutture senza arrecare danno a queste ultime.

Tutte le staffe saranno verniciate con antiruggine e una seconda mano a finire di colore diverso oppure dovranno essere realizzate in acciaio zincato. Le staffe o i pendini devono essere installati in modo tale che il sistema delle tubazioni sia autoportante e quindi non dipendente dalla congiunzione alle apparecchiature in alcun modo.

Eventuali supporti scorrevoli, qualora si rendessero necessari, saranno del tipo a rulli con perni in acciaio inox e boccale autolubrificante, collegati con robuste bacchette di acciaio sui fianchi e sul lato superiore. Le tubazioni avranno un opportuno distanziatore, che potrà essere del tipo a T o a scarpa, saldato al tubo. Per le tubazioni coibentate i supporti saranno come riportato nella specifica "Isolamento coibente tubazioni".

Eventuali guide, qualora si rendessero necessarie, dovranno impedire i movimenti laterali delle tubazioni consentendo solo lo spostamento assiale.

La sospensione delle tubazioni potrà essere effettuata anche con collari pensili regolabili. Per ancoraggi multipli si dovrà impiegare l'apposito profilato tipo a "C" o "doppio C".

Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, ecc.) e della verniciatura delle tubazioni e dei supporti sarà compreso nel costo unitario della tubazione in opera.

La distanza massima dei supporti per tubazioni in ferro siano esse correnti orizzontalmente che verticalmente devono essere non inferiori a quanto riportato nella sottostante tabella, per le tubazioni in multistrato gli interassi dovranno essere pari alla metà a quanto sotto indicato

Diametro Esterno mm	Interasse appoggi cm	Diametro esterno mm	Interasse appoggi cm	Diametro esterno mm	Interasse appoggi cm
Da 17,2 a 21,3	180	da 60,3 a 70,0	330	da 139,7 a 159,0	480
Da 26,9 a 33,7	230	da 76,1 a 88,9	370	da 168,3 a 193,7	530
Da 42,4 a 48,3	270	da 101,6 a 108,8	370	da 219,1 a 244,5	600
Da 54,0 a 57,0	300	da 114,3 a 133,3	450	oltre 273,0	650

ACCESSORI VARI PER TUBAZIONI

Tutti i punti alti delle reti di distribuzione dovranno essere dotati di barilotti di sfogo d'aria realizzati con tubo d'acciaio, con fondi bombati, tubo di sfogo e rubinetto a maschio o a sfera. Tutti i punti bassi dovranno essere dotati di dispositivi di scarico e spurgo. Le tubazioni di spurgo e sfogo dovranno avere lo scarico visibile ed essere convogliate entro ghiotta di raccolta e quindi portate allo scarico più vicino.

Sotto ogni valvola od accessorio che possa dare origine a gocciolamenti dannosi alle strutture dovrà essere installata una bacinella di protezione con scarico simile a quello previsto per gli sfati.

Sulle tubazioni coibentate dovranno essere installate fasce colorate (al massimo ogni 6 m) e frecce direzionali per l'identificazione del fluido come detto sopra.

Uno o più pannelli riportanti i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installato nelle centrali e nei punti in cui può essere necessario o richiesto dalla D.L.

Nei collegamenti tra tubazioni di materiale diverso dovranno essere impiegati dei giunti tipo dielettrico, idoneo a prevenire la corrosione galvanica.

30. POMPA DI CALORE

Il generatore di calore sarà del tipo a pompa di calore aria acqua a gas R32.

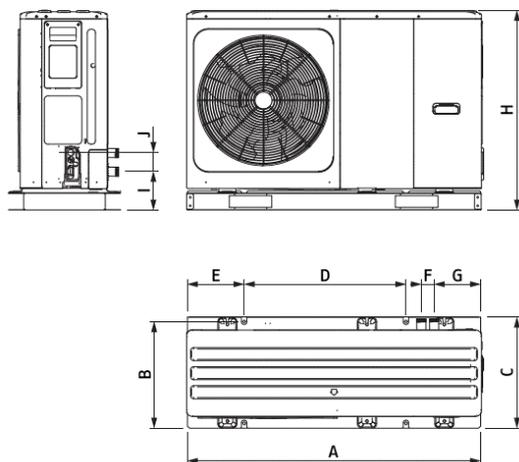
Le prestazioni della macchina sceta e proposta, marca Riello mod. NXHM 012T, sono sotto rappresentate:

NXHM 012T – RISCALDAMENTO

Temperatura di mandata	Prestazioni a pieno carico					
	35°C		45°C		55°C	
Temperatura esterna	Capacità nominale (kW)	COP	Capacità nominale (kW)	COP	Capacità nominale (kW)	COP
-7	10,00	3,00	10,20	2,40	9,80	2,05
2	9,20	3,90	10,60	3,00	11,30	2,50
7	12,10	4,95	12,30	3,70	11,90	3,05
12	10,98	5,75	11,10	4,26	9,53	3,17
15	11,00	5,97	11,20	4,52	9,12	3,20
20	10,80	7,18	11,20	5,16	9,00	3,61
35	11,50	8,78	11,50	6,17	10,00	4,86

Con dimensioni:

NXHM 008÷016



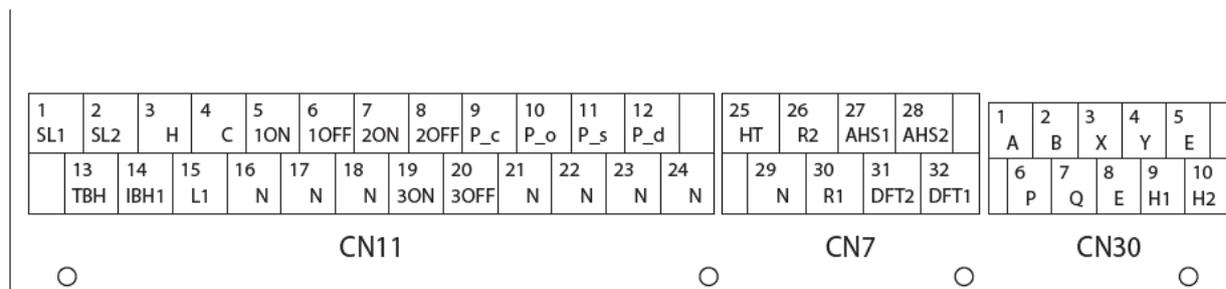
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
NXHM 004÷006	1295	397	429	760	265	105	225	792	161	-
NXHM 008÷016	1385	482	526	760	270	60	221	945	182	81

Tabella assorbimenti elettrici

Sistema	Standard 4÷16 kW monofase e standard 12÷16 kW trifase									
	4 kW	6 kW	8 kW	10 kW	12 kW	14 kW	16 kW	12 kW Trifase	14 kW Trifase	16 kW Trifase
Protezione da sovracorrente massima (MOP) (A)	18	18	19	19	30	30	30	14	14	14
Dimensioni del cavo (mm ²)	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	2,5	2,5	2,5

COLLEGAMENTO PER ALTRE COMPONENTI

Per i dettagli sui collegamenti elettrici fare riferimento al manuale INSTALLATORE del prodotto.



	CODICE	STAMPA	COLLEGAMENTO A
1	1	SL1	Segnale di ingresso dell'energia solare
	2	SL2	
2	3	H	Ingresso termostato ambiente (Alta tensione)
	4	C	
	15	L1	
3	5	1ON	SV1 (valvola a 3 vie)
	6	1OFF	
4	7	2ON	SV2 (valvola a 3 vie)
	8	2OFF	
5	9	P_c	Pompa c (pompa zona 2)
	21	N	
6	10	P_o	Pompa di circolazione esterna pompa / zona 1
	22	N	
7	11	PN_s	Pompa a energia solare
	23	N	
8	12	PN_d	Pompa tubo ACS
	24	N	
9	13	TBH	Riscaldatore del booster del serbatoio
	16	N	
10	14	IBH1	Riscaldatore di backup
	17	N	
	18	N	
11	19	3ON	SV3 (valvola a 3 vie)
	20	3OFF	

	CODICE	STAMPA	COLLEGAMENTO A
1	26	R2	Funzionamento del compressore
	30	R1	
	31	DFT2	
	32	DFT1	
2	25	HT	Resistenza riscaldante anti-congelamento (esterno)
	29	N	
	27	AHS1	
3	28	AHS2	Fonte di riscaldamento aggiuntiva

	CODICE	STAMPA	COLLEGAMENTO A
1	1	A	Controller cablato
	2	B	
	3	X	
	4	Y	
2	5	E	Unità esterna
	6	P	
	7	Q	
3	8	E	Macchina interna Parallela
	9	H1	
	10	H2	

La porta fornisce il segnale di controllo al carico.

Due tipi di porte di segnale di controllo:

Tipo 1: Ingresso del tipo a contatto pulito.

Tipo 2: La porta fornisce il segnale con tensione 220 V. Se la corrente di carico è <0,2 A, il carico può collegarsi direttamente alla porta. Se la corrente di carico è >=0,2 A, è necessario collegare il contattore CA per il carico.

CARATTERISTICHE

- NXHM offre un elevatissimo indice di efficienza energetica, sia in modalità riscaldamento che in modalità refrigerazione, garantendo così significativi risparmi energetici. Le batterie, di grandi dimensioni ed altamente efficienti, unitamente ai circuiti ottimizzati garantiscono performance che soddisfino i requisiti europei in merito alle detrazioni fiscali. L'efficienza in condizioni di carico parziale (efficienza energetica stagionale) raggiunge i migliori livelli di questo settore industriale.
- Comfort per tutto l'anno: la tecnologia all'avanguardia di NXHM mette a disposizione degli utenti livelli di comfort migliorati, sia in termini di controllo della temperatura dell'acqua che di silenziosità. La temperatura richiesta viene raggiunta rapidamente e mantenuta costante, senza alcuna fluttuazione. NXHM offre livelli di comfort ottimizzati e personalizzati, sia in inverno che in estate.
- NXHM è in grado di funzionare in modalità refrigerazione in presenza di basse temperature esterne (temperature variabili da -25°C a 43°C).

Per garantire inoltre all'utente il massimo comfort, le unità funzionano fino a una temperatura esterna di -25°C in modalità riscaldamento, mentre in estate sono in grado di produrre acqua calda fino a 50°C con temperatura esterna fino a 43°C per le applicazioni di acqua calda sanitaria.

- Nelle modalità comfort ambientale sia in caldo che in freddo è disponibile di serie la possibilità di programmazione settimanale.
- Nelle modalità acqua calda sanitaria è disponibile di serie la possibilità di programmazione settimanale e la funzione antilegionella con il metodo della disinfezione termica.
- Possibili molteplici schemi impiantistici. L'unità, attraverso dei sensori disponibili come accessori, può gestire ad esempio un impianto solare, fino a due zone di cui una miscelata, il ricircolo sanitario.
- Possibilità di poter essere in cascata fino ad un massimo di 6 unità. Nelle configurazioni in cascata l'unità master può essere dedicata alla produzione di acqua calda sanitaria.
- Possibilità di collegare l'unità a sistemi BMS con protocollo Modbus.
- Disponibile porta USB per l'aggiornamento del software della scheda tecnica.
- Disponibilità di un ingresso pulito dedicato alle funzioni smart grid.
- Funzionamento garantito con almeno 40lt di acqua nell'impianto.

• STRUTTURA:

Mobile di copertura realizzato in lamiera di acciaio verniciata con polveri di colore neutro RAL 7035 che ne aumenta la resistenza alla corrosione da parte di agenti atmosferici. Tutti i pannelli sono smontabili.

• COMPRESSORE:

Un doppio schermo di protezione del compressore per l'isolamento sonoro riduce ulteriormente i livelli sonori.

Una tecnologia avanzata, in grado di offrire il massimo rendimento energetico e caratterizzata da una potenza elevata disponibile in condizioni di picco, nonché un rendimento ottimizzato alle velocità del compressore ridotta e media.

La pompa di calore NXHM è dotata di una tecnologia con DC inverter, che unisce due logiche di regolazione elettronica: modulazione di go (PAM) e modulazione di larghezza dell'impulso (PWM), in modo da garantire un funzionamento ottimizzato del compressore in ogni condizione di funzionamento, minimizzare le fluttuazioni di temperatura, e fornire una perfetta regolazione del comfort e, il tutto, riducendo notevolmente il consumo energetico.

- PAM: la modulazione di ampiezza dell'impulso della corrente continua comanda il compressore a condizioni di massimo carico (avvio e carico di picco), in modo da aumentare la tensione in presenza di una frequenza fissa. Il compressore funziona ad alta velocità, in modo da raggiungere rapidamente la temperatura desiderata.

- **PWM:** la modulazione di larghezza dell'impulso della corrente continua comanda il compressore in condizioni di carico parziale, adattando la frequenza in presenza di una tensione fissa. La velocità del compressore viene regolata con precisione, e l'impianto offre un livello di comfort elevato (assenza di fluttuazioni di temperatura) a condizioni operative caratterizzate da un rendimento eccezionale. La frequenza del compressore aumenta costantemente fino a raggiungere il livello massimo. Ciò garantisce l'assenza di picchi di intensità durante la fase di avvio e, inoltre, garantisce un collegamento sicuro ad un'alimentazione di corrente in monofase, anche per gli impianti ad elevata potenza. Questa logica di start dei compressori rende gli avviatori "Soft Start" inutili e, inoltre, garantisce l'immediata disponibilità della potenza massima.

- **BATTERIA ESTERNA:**

La batteria esterna è realizzata con tubi in rame ed alette in alluminio idrofilico. Tale soluzione consente all'acqua una migrazione più semplice (per gravità) verso il fondo dello scambiatore.

In particolare, questa innovazione consente:

- allungamento dei tempi necessari alla formazione della brina, riducendo l'accumulo di quest'ultima sulla batteria;
- una fase di sbrinamento più efficiente, grazie al miglioramento del deflusso dell'acqua sulle alette; viene, così, migliorato il funzionamento in modalità riscaldamento.

Trattamento blue coating di serie che migliora la resistenza delle batterie agli agenti corrosivi ed è consigliata in tutte quelle applicazioni che presentano un moderato rischio di corrosione.

- **VENTILATORE ESTERNO:**

Singolo ventilatore Brushless DC fan motor a velocità variabile per una distribuzione dell'aria ottimale unitamente a livelli sonori straordinariamente bassi. Possibilità di impostare due differenti livelli di rumorosità massima.

- **VALVOLA DI ESPANSIONE ELETTRONICA:**

La valvola di espansione elettronica è un dispositivo elettronico di espansione biflusso, il cui compito è quello di ottimizzare il volume del fluido refrigerante presente nel circuito e conseguentemente il surriscaldamento, impedendo il ritorno del fluido in fase liquida verso il compressore. Questo dispositivo migliora ulteriormente l'elevata efficienza e affidabilità dell'impianto, in quanto permette di lavorare anche con pressioni di condensazione molto basse in tutto il campo di lavoro.

- **VALVOLA SOLENOIDE:**

Visti gli estesi campi di lavoro dell'unità, la valvola solenoide, completamente gestita dall'unità, permette di far lavorare il compressore a livelli di temperatura sempre ottimali.

- **SCAMBIATORE A PIASTRE:**

Scambiatore di calore a piastre di tipo verticale in acciaio inox AISI 316.

- **GRUPPO IDRONICO INTEGRATO:**

Il modulo idronico è sempre presente ed è fornito con pompa di circolazione a velocità variabile, flussostato, valvola di sicurezza da 3 bar, vaso di espansione e sonde di temperatura acqua in ingresso e in uscita. E' possibile avere come accessorio il riscaldatore elettrico di backup.

Nelle applicazioni domestiche, possibilità di collegare direttamente sotto l'unità l'accumulo inerziale in modo tale da ridurre al minimo lo spazio occupato all'interno degli ambienti abitati.

Tutte le parti interne idroniche sono isolate per ridurre le perdite di calore. Il programma antigelo contiene funzioni speciali che utilizzano la pompa di calore e il riscaldatore di backup (se disponibile) per proteggere l'intero sistema dal congelamento. Quando la temperatura del flusso d'acqua nel sistema scende a un certo valore, l'unità riscalderà l'acqua, sia con la pompa di calore, sia con il rubinetto del riscaldamento elettrico, sia con il riscaldatore di backup (se disponibile). La funzione di protezione antigelo si disattiva solo quando la temperatura aumenta fino ad un certo valore.

31. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO RADIANTE

Di seguito il dimensionamento.

san Nicolao		1	Totale superficie utile	74,0 [m²]	TOTALE DISPERSIONI	11.195 [W]
Bellano				151,3 W/mq		
cod.	1		ZONA 1		TOTALE DISPERSIONI	5.763 [W]
cod.	2		ZONA 2		TOTALE DISPERSIONI	2.217 [W]
cod.	3		ZONA 3		TOTALE DISPERSIONI	3.215 [W]

i valori di trasmittanza termica delle strutture e delle temperature operanti:

pareti 1,4 [w/m²k]

pavimento 1,4 [w/m²k]

Temperatura esterna -5 [°C]

Temperatura interna 18 [°C]

L'elaborato grafico che accompagna la presente relazione individua le distribuzioni dei corpi scaldanti.

Il dimensionamento non tiene conto degli eventuali apporti gratuiti interni.

PANNELLO PAVIMENTO

Il sistema considerato è tipo UPONOR Classic con pannello isolante di spessore 30mm e con rete elettrosaldata idonea per realizzare passi variabili da 50 a massimo 100mm; la dimensione del tubo considerato è Ø20 mm.

Nel sistema ad umido Uponor Classic lo strato riscaldante e lo strato di isolamento sono separati tramite un foglio in PE.

In combinazione con materiali di isolamento per carichi elevati il sistema può essere utilizzato anche in aree soggette ad alti carichi di servizio, come ad esempio negli autosaloni, nelle aree adibite alla produzione e nelle aree adibite alla vendita.

Le tubazioni Uponor Comfort pipe PLUS nelle diverse dimensioni fino a 20 mm consentono di utilizzare elevate lunghezze del circuito di riscaldamento senza giunzioni - il che rappresenta un vantaggio soprattutto nella posa di grandi superfici.

Le valvole da utilizzare potranno essere del tipo filettato o flangiato e comunque rispondenti alle seguenti caratteristiche:

Il sistema radiante umido ad Uponor Classic contiene tutti i componenti necessari per la pratica posa in cantiere. La rete elettrosaldata anti-corrosione e l'attrezzo Uponor Classic Clipmaster sono la base per un preciso posizionamento della tubazione di riscaldamento Uponor Comfort Pipe PLUS.

Il foglio in PE con spessore di 0,2 mm, garantisce la protezione contro l'umidità proveniente dal massetto come copertura dello strato di isolamento ai sensi del DIN 18560.

Accessori quali il bordo perimetrale ed i giunti di dilatazione costituiscono la base ideale per la successiva posa in opera del massetto di cemento o autolivellante.

GIUNTO DI DILATAZIONE

Così come rilevabile dagli elaborati grafici allegati ad ogni sottoporta o per superfici superiori a 40m² è necessario inserire il giunto di dilatazione, esso avrà le seguenti caratteristiche:

- Profilo per la realizzazione di giunti di dilatazione su porte e sulla sezione del massetto a norma DIN 18560, con piede a "T" autoadesivo.
- Materiale: polietilene a cellule chiuse con rivestimento in PET su ambo i lati e piede a "T" con striscia autoadesiva

COLLETTORE

- Il Collettore di distribuzione, Velta Eurowork, prevede un misuratore di portata con scala di lettura graduata da 0 a 4l/min per ogni circuito formato da 2 corpi indipendenti; esso è costruito in poliammide rinforzato con fibra di vetro.
- Gli attacchi laterali lato destro o sinistro avvengono per mezzo di bocchettone di raccordo da 1" F con guarnizione piana e con possibilità di realizzare partenze e/o ingressi dall'alto o dal basso sul medesimo corpo mediante rotazione dei singoli elementi e di collegamento di valvole carico/scarico e set valvole per lo sfiato automatico
- Caratteristiche:
- corpo collettore di mandata con valvole micrometriche complete di manopole e ghiera con scala graduata per il bilanciamento dei circuiti senza l'utilizzo di attrezzi;
- set termometri (1 per mandata, 1 per ritorno)
- portaetichette di colore rosso per l'identificazione dei locali;

- kit etichette 45x10mm per identificazione dei locali;
- partenze circuiti predisposte per raccordi eurokonus 3/4";
- valvola di sfianto 3/8" con dispositivo antisvitamento accidentale;
- sede per termometro 1/2" per sonda contacalorie;
- corpo collettore di ritorno con valvole predisposte per i servomotori termici velta TA230 con micro
- 2 staffe di supporto per il montaggio a parete o in cassetta (il bloccaggio del collettore sulla staffa avviene senza l'ausilio di attrezzi);
- materiale di fissaggio a parete;

NOTE TECNICHE:

- Materiale: poliammide rinforzato con fibra di vetro o acciaio;
- Attacchi al collettore da 1" F;
- Temperatura massima d'esercizio: 60°C;
- Massima pressione di collaudo: 6 bar;

PREPARAZIONE DEL CANTIERE

Prima di iniziare i lavori, il solaio grezzo di tutti i locali dovrà essere accuratamente sgomberato da tutti i materiali di cantiere e ripulito da irregolarità grossolane (residui di malta e cemento).

La superficie su cui verrà posato l'impianto dovrà comunque essere piana ed alla quota di progetto architettonico.

AVVERTENZE

Le strisce perimetrali di bordo dovranno essere collocate su tutto il perimetro dei locali, sovrapposte di 5 cm nelle giunzioni.

Sul disegno di posa dovrà essere segnata anche la reale lunghezza della tubazione relativa a quel circuito; questo dato è indispensabile per la successiva corretta taratura dell'impianto.

Se sono stati utilizzati raccordi originali Velta per la giunzione della tubazione, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1264-4, ne deve essere riportata la posizione sul disegno di cantiere.

Gli eventuali giunti di dilatazione sono da eseguire secondo le indicazioni riportate sul disegno. La posizione è da concordare con il committente o la direzione dei lavori.

Prima del getto del massetto l'impianto deve essere collaudato mediante una prova di tenuta a pressione secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1264-4, ovvero con acqua ad una pressione pari a 2 volte quella di esercizio e comunque non inferiore a 6 bar.

Durante il getto del massetto la pressione dell'impianto deve essere quella di normale esercizio.

Qualora l'impianto terminato e collaudato non venga collegato ad un generatore di calore, quindi rimane inutilizzato, si ricorda che l'acqua contenuta nell'impianto può ghiacciare ad una temperatura prossima a 0° C. Pertanto onde evitare possibili danneggiamenti è d'obbligo lo svuotamento dell'impianto.

La tubazione in polietilene reticolato teme i raggi ultravioletti, è pertanto consigliabile non esporre la tubazione alla luce per un lungo tempo, quindi gettare il massetto il più presto possibile dopo la posa ed il collaudo della tubazione stessa.

SHOCK TERMICO E RIVESTIMENTO

Dopo circa 21 giorni dalla formazione del massetto tradizionale, oppure 7 giorni nel caso di supporti di anidride e, comunque SEMPRE in conformità alle istruzioni del fabbricante del massetto, si può dare inizio alla maturazione per mezzo di shock termico.

Lo shock termico deve avvenire secondo le seguenti modalità:

- i primi 3 giorni la temperatura di mandata deve essere di 25°C;
- i successivi 4 giorni la temperatura deve essere di 35°C;
- altri 4 giorni con temperatura di 45°C;
- altri 4 giorni a 35°C
- altri 3 giorni a 25°C
- ultimi 3 giorni 20°C

RIVESTIMENTO

- Rivestimenti in parquet: il legno dei pavimenti viene immagazzinato nella stanza da riscaldare per 7 giorni. Il riscaldamento deve essere disattivato durante la posa del parquet;
- Rivestimenti in fibra tessile: va interrotto il riscaldamento 48 ore prima della posa del rivestimento e riattivato almeno 48 ore dopo averlo posato;
- Rivestimenti in ceramica: va interrotto il riscaldamento durante la posa del rivestimento e riattivato almeno 7 giorni dopo aver ultimato il lavoro;
- Rivestimenti in materiale plastico: va interrotto il riscaldamento 48 ore prima dell'inizio dei lavori e riattivato almeno 48 ore dopo aver ultimato la posa;

33. DISPOSIZIONI PARTICOLARI E COMPLEMENTARI

E' facoltà della D.L. richiedere alla Ditta Appaltatrice, a carico di quest'ultima, cataloghi e campionature delle apparecchiature da installare. La Ditta Appaltatrice dovrà inoltre provvedere, sempre a suo carico, ad eseguire una campionatura in opera di alcuni gruppi di servizi, ottenendo l'approvazione della D.L. per quanto riguarda il posizionamento, la dislocazione e la soluzione tecnica da adottare.

Se i disegni di montaggio differiscono dalle clausole di contratto, la Ditta Appaltatrice e' tenuta ad informare per iscritto la D.L. spiegando i motivi che l'hanno indotta al cambiamento. Dovrà quindi attenersi alle indicazioni della D.L.

La Ditta Appaltatrice dovrà tenere aggiornati i disegni di tutti gli impianti installati.

La Ditta Appaltatrice dovrà consegnare all'Ente Appaltante, ad impianti ultimati e prima dei collaudi definitivi:

- . I cataloghi di tutti i materiali e delle apparecchiature installate
- . Istruzioni videoscritte, ben chiare e particolareggiate, per il funzionamento degli impianti
- . Istruzioni videoscritte per la manutenzione delle varie apparecchiature
- . Uno schema generale che rappresenti in modo chiaro e completo particolari di ogni singolo impianto in esecuzione "conforme all'installato"
- . Piante, sezioni e quant'altro non indicato con tutte le apparecchiature ed i materiali installati in esecuzione "conforme all'installato".

I disegni dovranno essere su supporto elettronico (chiave USB, CD-ROM) in formato dwg e pdf.

Di tutte le documentazioni di cui sopra dovranno essere consegnate, al termine dei lavori e prima del collaudo, n. 4 copie debitamente timbrate e firmate dal legale rappresentante (ovvero dal preposto all'esercizio dell'attività).

QUALITÀ, SCELTA ED APPROVAZIONE DI MATERIALI E LAVORAZIONI - INACCETTABILITÀ E RELATIVE CONSEGUENZE

Gli impianti dovranno essere realizzati oltre che secondo le prescrizioni della presente specifica e degli altri documenti d'appalto anche secondo la buona regola dell'arte intendendosi con tale identificazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori e tutto ciò dovrà essere ovviamente compreso nei prezzi esposti in offerta.

Tutti i materiali ed i componenti degli impianti dovranno essere conformi alle specifiche progettuali e comunque della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte e corrispondenti, nel migliore dei modi, al servizio cui sono destinati.

Tutti i materiali ed i componenti, al loro arrivo in cantiere e comunque prima della loro installazione dovranno essere approvati dalla D.L.

INGEGNERIA DI DETTAGLIO E DISEGNI COSTRUTTIVI E/O DI OFFICINA

L'appaltatore, prima di ogni esecuzione e/o installazione, dovrà provvedere a proprio onere e cura allo sviluppo di tutti i dettagli necessari per consentire alla D.L. la piena comprensione delle intenzioni di montaggio; dovrà altresì provvedere all'esecuzione di tutti i particolari costruttivi e di tutti i disegni di officina e costruttivi richiesti dalla D.L. e comunque necessari per una perfetta esecuzione coordinata e coordinabile con tutti gli altri Appaltatori.

Ogni installazione e/o fornitura che non sia provvista del disegno costruttivo e/o di officina e del relativo visto "Per Costruzione" apposto dalla D.L., sarà passibile di smontaggio e rifacimento secondo le indicazioni della D.L. stessa, il tutto a cura e spese dell' Appaltatore.

OPERE MURARIE E DI CARPENTERIA

La Ditta Appaltatrice, prima di iniziare un lavoro, dovrà prendere buona visione di tutte le predisposizioni già eseguite nelle travi, solette, muri portanti a cura della Committente e necessarie per l'installazione degli impianti.

In tal senso la Ditta Appaltatrice dovrà sviluppare i propri disegni costruttivi e di officina sulla base delle forometrie esistenti e adattarsi alle predisposizioni di cui sopra.

La Ditta Appaltatrice non potrà avanzare la pretesa di risarcimento di danni conseguenti a ritardi od intralci nel normale andamento dei lavori, provocati da altre ditte operanti nel cantiere.

MANUTENZIONE PER IL PERIODO DI GARANZIA

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutto l'impianto, sia per la qualità dei materiali, che per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, fino all'inizio della seconda stagione invernale, a partire dall'ultimazione dell'impianto.

Pertanto fino al termine di tale periodo l'Appaltatore deve riparare tempestivamente a sue spese tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero all'impianto per effetto della non buona riuscita dei materiali o per i difetti di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'esercizio ordinario dell'impianto, ma solo ad evidente imperizia o negligenza del personale dell'Ente Appaltante che lo gestisce.

Nel caso che nel calcolo e nella realizzazione dell'impianto l'Appaltatore sia incorso in qualche errore che impedisca il funzionamento regolare ed uniforme dell'impianto sopra precisato e qualora non provveda all'eliminazione degli inconvenienti entro il termine stabilito dall'Ente Appaltante, quest'ultimo è autorizzato ad eseguire od a fare eseguire le modifiche a spese dell'Appaltatore

FINE DOCUMENTO



Dott. Ing. Elio Stefanoni Progettazione impianti Elettrici e Termici
 via col di Lana 9 - Lecco
 www.elioStefanoni.ingegnere.it - mail:iespi@outlook.it - tel.0341 1960087

**Relazione tecnica impianti ai sensi del
 D.M. 37/08 e s.m.i.**

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

OGGETTO: VALUTAZIONE DEL RISCHIO
 E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
 Ex Chiesa San Nicolao
 vicolo San Nicolao - Bellano (LC)

COMMITTENTE: Comune di Bellano

LECCO 29/05/2023



IL TECNICO
 Ing. Elio Stefanoni

Rev.	Descrizione:	data
5		
4		
3		
2		
1		
0	EMISSIONE: <input type="checkbox"/> per il Cliente <input type="checkbox"/> Preliminare <input type="checkbox"/> Definitivo <input checked="" type="checkbox"/> Esecutivo <input type="checkbox"/> As-Built	Comm 223-050

INDICE

1.	<i>CONTENUTO DEL DOCUMENTO.....</i>	3
2.	<i>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....</i>	3
3.	<i>INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE.....</i>	4
4.	<i>DATI INIZIALI.....</i>	4
	4.1 Densità annua di fulmini a terra.....	4
	4.2 Dati relativi alla struttura	4
	4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne.....	5
	4.4 Definizione e caratteristiche delle zone	5
5.	<i>CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....</i>	5
6.	<i>VALUTAZIONE DEI RISCHI.....</i>	6
	6.1 Rischio R1: perdita di vite umane.....	6
	6.2 Rischio R3: perdita di patrimonio culturale insostituibile.....	6
7.	<i>SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE</i>	7
8.	<i>CONCLUSIONI.....</i>	7
9.	<i>APPENDICI</i>	8
10.	<i>ALLEGATI.....</i>	11
	Allegato - Disegno della struttura.....	11
	Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD	12
	Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM.....	13

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

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. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 4,21 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato Disegno della struttura).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: museo

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di patrimonio culturale
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;
- rischio R3;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea FM

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle linee elettriche.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: spazio espositivo

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone.

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta AD).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta AM).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: spazio espositivo

RA: 8,57E-08

RB: 4,28E-07

RU(Linea FM e LUCE): 0,00E+00

RV(Linea FM e LUCE): 0,00E+00

Totale: 5,14E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,14E-07

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 5,14E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.2 Rischio R3: perdita di patrimonio culturale insostituibile

6.2.1 Calcolo del rischio R3

I valori delle componenti ed il valore del rischio R3 sono di seguito indicati.

Z1: spazio espositivo

RB: 9,39E-06

RV(Linea FM e LUCE): 0,00E+00

Totale: 9,39E-06

Valore totale del rischio R3 per la struttura: 9,39E-06

6.2.2 Analisi del rischio R3

Il rischio complessivo R3 = 9,39E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-04

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 5,14E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo $R3 = 9,39E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-04$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R3

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Data 29/05/2023



9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore ($CD = 0,25$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 4,21$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea FM

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m) $L = 500$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello II ($PEB = 0,02$)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: spazio espositivo

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

Rischio di incendio: elevato ($r_f = 0,1$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento barriere

Impianto interno: Linea FM e LUCE

Alimentato dalla linea Linea FM

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 m^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Interfaccia isolante

Tensione indotta trascurabile

Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Valori medi delle perdite per la zona: spazio espositivo

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,28E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,14E-04$

Rischio 3

Valore dei beni culturali presenti nella zona (€): 1000000

Valore totale della struttura e del suo contenuto (€): 2000000

Perdita per danno fisico (relativa a R3) $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1000000

Valore del contenuto (€): 1000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 40000

Valore totale della struttura (€): 2040000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,96E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,50E-02$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: spazio espositivo

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 3: Rb Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: spazio espositivo

Linea: Linea FM

Circuito: Linea FM e LUCE

FS Totale: 0,0

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 3,57E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 3,90E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 3,76E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,64E+00$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

Linea FM

AL = 0,020000 km²

AI = 2,000000 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

Linea FM

NL = 0,008420

NI = 0,842000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: spazio espositivo

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Linea FM e LUCE) = 0,00E+00

PC = 0,00E+00

PM (Linea FM e LUCE) = 2,00E-06

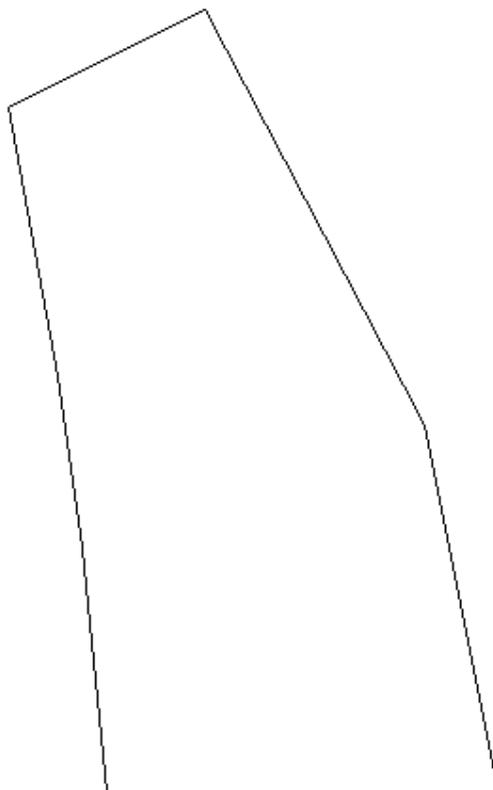
PM = 2,00E-06

PU (Linea FM e LUCE) = 0,00E+00

PV (Linea FM e LUCE) = 0,00E+00

PW (Linea FM e LUCE) = 0,00E+00

PZ (Linea FM e LUCE) = 0,00E+00

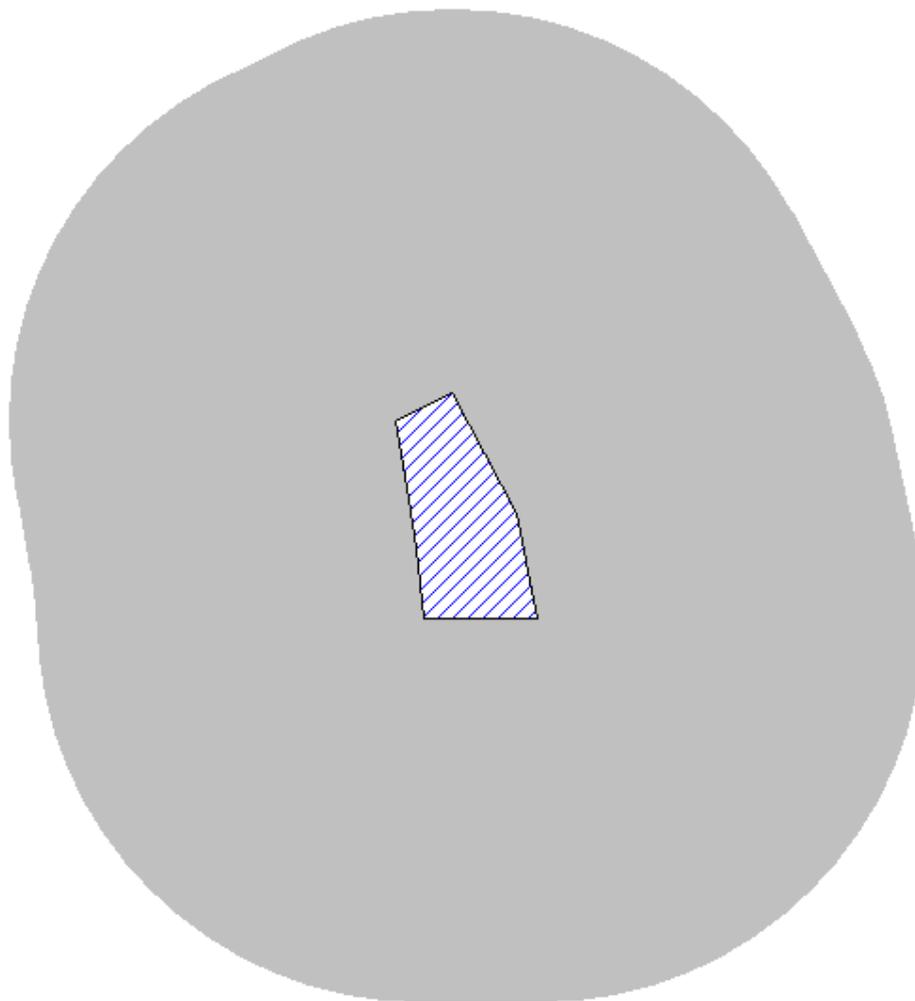


Scala: 2 m

Hmax: 9 m

Allegato - Disegno della struttura

Committente: Comune di Bellano
Descrizione struttura: ex Chiesa di San Nicolao
Indirizzo: vicolo San Nicolao
Comune: Bellano
Provincia: LC



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 3,57E-03

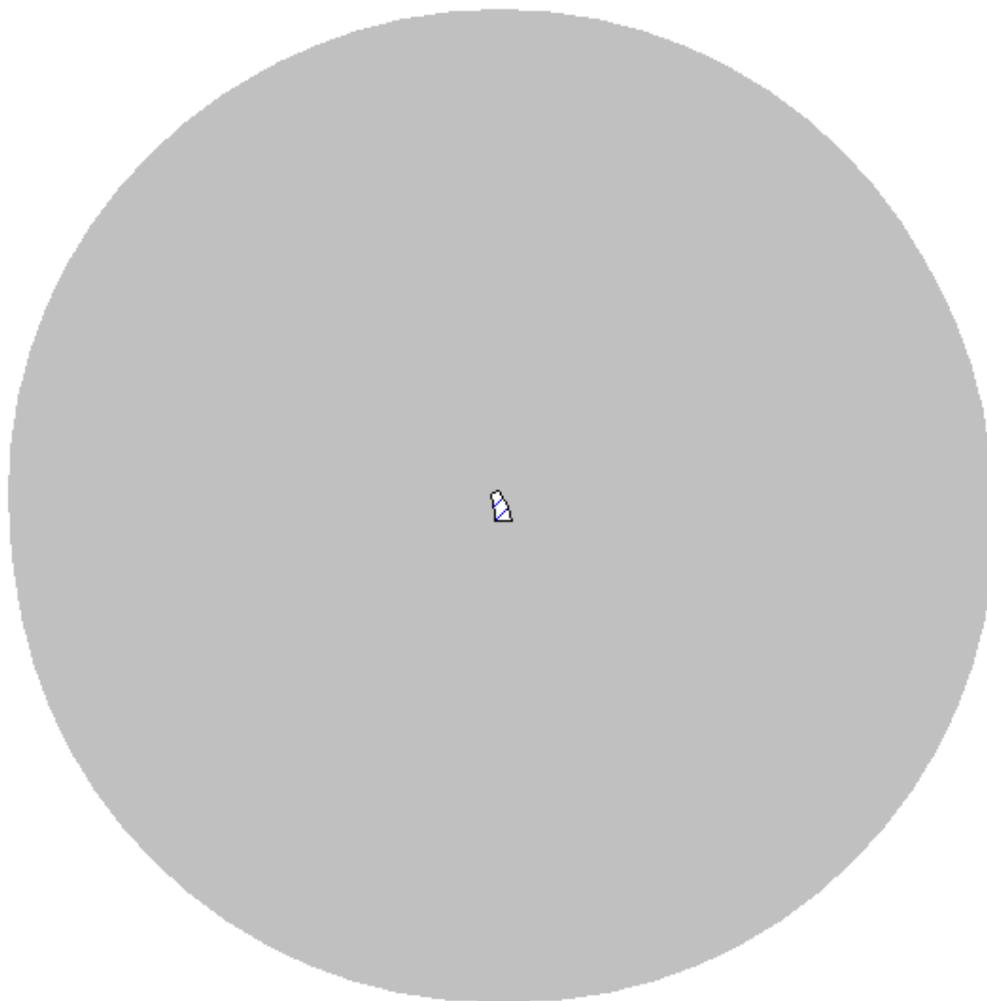
Committente: Comune di Bellano

Descrizione struttura: ex Chiesa di San Nicolao

Indirizzo: vicolo San Nicolao

Comune: Bellano

Provincia: LC



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 3,90E-01

Committente: Comune di Bellano

Descrizione struttura: ex Chiesa di San Nicolao

Indirizzo: vicolo San Nicolao

Comune: Bellano

Provincia: LC

FINE DOCUMENTO

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,21 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **46,044410° N**

Longitudine: **9,305303° 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 31/05/2023

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 46,044410

Longitudine: 9,305303

