

CITTÀ
METROPOLITANA
DI VENEZIA

REGIONE DEL
VENETO

COMUNE DI FOSSALTA DI PORTOGRUARO

ZIGNAGO VETRO S.P.A.
Stabilimento di Fossalta di Portogruaro

NUOVO FORNO 14 E RINNOVAMENTO DEL FORNO 11



FORNO 14: progetto impianti elettrici "civili"
RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO

Proponente

Zignago Vetro



Via Ita Marzotto 8
30025 Fossalta di Portogruaro (VE)

Progettista



Rev.	Data	Descrizione
0	20/07/2020	Emissione progetto DEFINITIVO
1		
2		
3		
4		
5		

PROGETTO	LIVELLO	EDIFICIO	SPECIALITA'	ELABORATO	N°
F14,F11	PD	F14	IET	R	01

PAGINA INTENZIONALMENTE VUOTA

STRUTTURA DEL DOCUMENTO

parte 1: PREMESSA

Introduzione alla realizzazione degli impianti elettrici "CIVILI"



parte 2: IMPIANTI ELETTRICI "CIVILI"

Descrive gli impianti elettrici di illuminazione, prese, forza motrice



parte 3: IMPIANTI RIVELAZIONE ED ALLARME, INCENDIO E GAS

Descrive gli impianti di rivelazione ed allarme incendio previsti in progetto



parte 4: GRUPPI ELETTROGENI

Descrive gli impianti di alimentazione ausiliaria tramite gruppi elettrogeni, anche per l'aspetto della prevenzione incendi



parte 5: SGANCI DI EMERGENZA

Descrive la modalità con cui verrà tolta tensione agli impianti elettrici nelle situazioni di emergenza



parte 6: PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Valutazione della protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica, svolta in aderenza alla norma CEI EN 62305-2

SOMMARIO

1. PREMESSA	5
2. OBBLIGO DEL PROGETTO	5
3. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	5
4. SISTEMA ELETTRICO	5
5. REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI	6
6. INTRODUZIONE DI NUOVE NORME DURANTE I LAVORI	8
7. PERICOLO ESPLOSIONE	8
8. AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO	8
9. PUNTO DI PARTENZA DEGLI IMPIANTI DI PROGETTO	9
10. CAVI DI BASSA TENSIONE	9
11. LINEE IN CAVO: RETI INTERRATE	13
12. SOTTOSERVIZI: CAVIDOTTI E POZZETTI	15
13. IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	16
14. IMPIANTO DI TERRA	17
15. IMPIANTO ILLUMINAZIONE EMERGENZA	18
16. IMPIANTO ILLUMINAZIONE INTERNA	19
17. IMPIANTO ILLUMINAZIONE ESTERNA	20
18. PRESE DI ENERGIA	20
19. TRASMISSIONE DATI	20
20. QUADRI ELETTRICI	21
21. CENTRALINI ELETTRICI	22
22. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	23
23. PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI	23
24. OBBLIGHI AMMINISTRATIVI IMPIANTI DI TERRA E PROTEZIONE DAI FULMINI	24
25. IMPIANTI NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO	24
26. PREMESSA AGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO E GAS	26
27. RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO	26
28. RIVELAZIONE ED ALLARME GAS METANO	27
29. RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI	28
30. DISTRIBUZIONE: TUBI E CAVI	29
31. PREMESSA ALL'INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI	30
32. NOTE DI PREVENZIONE INCENDI SUI GRUPPI ELETTROGENI	30
33. NOTE SULLA VENTILAZIONE DEI LOCALI DEI GRUPPI ELETTROGENI	31
34. IMPIANTI ELETTRICI NEI LOCALI DEI GRUPPI ELETTROGENI	31
35. PULSANTI DI SGANCIO DI EMERGENZA	33
36. VALUTAZIONE DELLA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	34
37. NORME E LEGGI PER LA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	36
38. ALLEGATI VALUTAZIONE PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	37

parte 1: PREMESSA

1. PREMESSA

Il documento è la Relazione Specialistica relativa agli impianti elettrici previsti nell'ambito della costruzione del "Forno 14" e fabbricati accessori presso lo stabilimento Zignago Vetro Spa a Fossalta di Portogruaro (VE).

Gli impianti elettrici del presente progetto sono quelli "civili", intesi come l'insieme degli impianti:

- Illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Prese e forza motrice;
- Protezione contro i fulmini;
- Dispersione a terra ed equipotenzialità;
- Rivelazione ed allarme incendio;
- Rivelazione ed allarme gas metano.

2. OBBLIGO DEL PROGETTO

L'obbligo del progetto elettrico deriva dall'articolo 5 del Decreto Ministeriale del 22/01/08 n°37, in quanto:

- La superficie dell'immobile è superiore a 200 m²,
- l'attività possiede una potenza elettrica impegnata superiore a 6 kW.

3. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

Di seguito i parametri ambientali considerati per la scelta delle prestazioni dei componenti di progetto.

ESTERNI

Temperatura di riferimento / umidità relativa: +18 °C / 65%

Minima temperatura ambiente invernale: -8 °C

Massima temperatura ambiente estiva: +32 °C

INTERNI

Temperatura di riferimento / umidità relativa: +22 °C / 65%

Minima temperatura ambiente invernale: +20 °C

Massima temperatura ambiente estiva: +40 °C

In riferimento a quanto previsto dalla norma dalla CEI 17-113/III, per tutte le aree oggetto dell'intervento non è prevista la presenza di inquinamento conduttore.

4. SISTEMA ELETTRICO

Il sistema elettrico che caratterizza gli impianti di progetto è il seguente.

- sistema: TN-S
- tensione: 400/230V
- frequenza: 50 Hz
- poli: 3P+N

STIMA DELLA POTENZA IMPEGNATA

Gli interventi comportano l'aumento della potenza assorbita dagli impianti esistenti. Di seguito la stima della potenza assorbita dai nuovi impianti elettrici "civili" di progetto.

NUOVI IMPIANTI	POTENZA
- ILLUMINAZIONE	45,00 kW
- PRESE E FORZA MOTRICE	90,00 kW
- IMPIANTI MECCANICI (CLIMATIZZAZIONE, VENTILAZIONE)	70,00 kW
- IMPIANTI DI ALLARME ED AUSILIARI	15,00 kW
TOTALE	220,00 kW

5. REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

In generale gli impianti ed i componenti devono rispondere alla regola d'arte (L. 186/1968) e le loro caratteristiche rispondere alle leggi e norme seguenti.

LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI

- L.186 del 13/03/1968: disposizioni concernenti la produzione d'apparecchiature, materiali, macchinari, installazioni d'impianti elettrici e elettronici.
- L.791 del 18/10/1977: attuazione della direttiva di consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- 73/23/CEE: (Legge 791/77 modificata dal Dlgs 626/96 e dal Dlgs 277/97): Direttiva Bassa tensione, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- 89/336/CE (Dlgs 615/96): Direttiva Compatibilità elettromagnetica.
- D.Lgs. 81/2008 e ss.mm. e ii.: Testo unico sulla sicurezza.
- D.M. n°37 del 22/1/2008: regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della Legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici.
- DPR n. 462/2001: regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Regolam. (UE) n°305/2011: Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.
- D.Lgs n.106 del 16/06/2017: Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

La legge 1 marzo 1968 – N° 186, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 marzo 1968, stabilisce che:

- Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte;
- Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano a "regola d'arte".

Ciò premesso, gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in accordo con la Legge n°186 del 1968. In particolare, gli impianti dovranno essere conformi alle norme citate nel seguito, loro varianti, errata corrige e guide di applicazione.

Non sono citate, in generale, le norme di prodotto in quanto i materiali utilizzati devono, in ossequio alle prescrizioni della Legge 791/1977, essere conformi alle relative norme di costruzione.

NORME CEI

- CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 0-10: guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- CEI EN 61439-1/2: quadri elettrici. Parte 1: Regole generali. Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI 11-17: Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 17-113: (quadri elettrici nuovi) apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
- CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- CEI 20-20: cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- CEI 20-21: calcolo delle portate dei cavi elettrici.
- CEI 20-22: prova dei cavi non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di gas corrosivi.
- CEI 23-51: prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 20-115 (EN 50575): Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza al fuoco.
- CEI 31-30: costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas: classificazione dei luoghi pericolosi.
- CEI 31-33: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi delle miniere).

- CEI 64-8:2016 e ss.mm. e ii. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/4 (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)
- CEI 99-2: (CEI EN 61936-1) Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV
- CEI 99-3: (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV
- CEI dei CT 210: "compatibilità elettromagnetica".
- CEI dei CT 211: "esposizione umana ai campi elettromagnetici".
- CEI UNEL 35024: portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI EN 12464-1: Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni.

I sistemi di cablaggio strutturato sono regolati dalla serie di norme CEI EN 50173:

- CEI EN 50173-1 (CEI 306-6): Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato – Parte 1: Prescrizioni generali.
La norma specifica:
 - la struttura e la configurazione dei sottosistemi di cablaggio di dorsale dei sistemi di cablaggio strutturato all'interno di vari tipi di locali definiti nelle altre norme della serie 50173
 - le prescrizioni di prestazione del canale, le prescrizioni di prestazione del collegamento, le realizzazioni di riferimento del cablaggio di dorsale, le prescrizioni di prestazione dei componenti, a supporto delle altre norme della serie 50173.
- CEI EN 50173-2 (CEI 306-13): Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato – Parte 2: Locali per ufficio.
La norma specifica il cablaggio strutturato che supporta una vasta gamma di servizi di comunicazioni da utilizzare all'interno di locali per ufficio o di aree di uffici all'interno di locali di altro tipo.
- CEI EN 50173-3 (CEI 306-14): Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato - Parte 3: Ambienti Industriali.
La norma specifica il cablaggio strutturato che supporta una vasta gamma di servizi di comunicazioni tra i quali applicazioni per l'automazione, controllo di processo e monitoraggio da utilizzare all'interno di ambienti industriali. Essa tratta i cablaggi bilanciati e in fibra ottica. La Norma contiene prescrizioni supplementari adatte agli ambienti industriali nei quali la distanza massima entro la quale devono essere distribuiti i servizi di comunicazione è di 10000 m. La Norma specifica:
 - una struttura e una configurazione modificate per il cablaggio strutturato all'interno degli ambienti industriali nei quali sono utilizzate applicazioni per la tecnologia dell'informazione a supporto di funzioni di monitoraggio del processo e di controllo;
 - le opzioni di realizzazione;
 - ulteriori prescrizioni che rispecchiano la gamma di ambienti di funzionamento nei locali industriali. Le prescrizioni per la sicurezza (sicurezza e protezione elettrica, potenza ottica, protezione dagli incendi, ecc.) e per la compatibilità elettromagnetica (EMC) esulano dal campo di applicazione della Norma.

NORME UNI

- UNI EN 1838:2013 Applicazioni dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI EN 12464-1:2011 Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni.
- UNI EN 13501-2: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione.
- UNI EN 13501-3: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 3: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco.
- UNI EN 13501-6: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco sui cavi elettrici.

PREVENZIONE INCENDI

- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010 n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010 n.122.
- D.M. 7 agosto 2012: Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

- D.M. 03/08/2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del D.Lgs n.139 del 08/03/2006. (Codice di prevenzione incendi).

6. INTRODUZIONE DI NUOVE NORME DURANTE I LAVORI

Nel caso di entrata in vigore di nuove norme a posteriori dell'emissione del progetto la Direzione Lavori e l'impresa, nell'ambito delle relative competenze che la Legge riconosce, dovranno segnalare e valutare se vi sono modifiche da apportare agli impianti.

Soprattutto è da tenere in considerazione il seguente orientamento giuridico: "in caso di introduzione di nuova norma che sancisce nuovi e più elevati standard di sicurezza per gli impianti e le persone, il Committente dovrà fare il possibile per adottarle e metterle in pratica". Ovvero, nel caso lo stato del cantiere ed il punto di arrivo degli impianti realizzati dall'impresa lo permettano, senza necessità di modificare e/o distruggere quanto già realizzato, dovrà essere segnalato e fatto il possibile per adottare ogni nuova soluzione a favore della sicurezza.

7. PERICOLO ESPLOSIONE

Per la presenza di gas metano nel ciclo di produzione sono previste alcune zone con possibile formazione di atmosfera esplosiva. In attesa dell'approfondimento che sarà svolto nella successiva fase di progetto esecutivo, per similitudine vengono presi i risultati ottenuti con la valutazione del rischio esplosione che la società NECSI ha emesso nell'anno 2019 per il Forno 13. Tale analisi, condotta in conformità alle norme CEI EN 60079-10-1 e CEI EN 60079-10-2 ha riscontrato la presenza di alcuni volumi pericolosi nell'attorno di attrezzature a gas metano.

In questo progetto definitivo, pertanto, sono state individuate le aree con pericolo di esplosione presso le rampe di riduzione gas, che presentano differenti connessioni e quindi maggiore numero di punti di emissione.

In tali aree è stata prevista una rivelazione del gas metano, con segnalazione ottica acustica dell'allarme. Si rimanda alla lettura della relativa sezione, più avanti nel documento, per un approfondimento su tale impianto.

8. AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

In questo progetto vengono ritenuti "ambienti a maggiore rischio in caso d'incendio", in quanto soggetti a controllo da parte dei Vigili del Fuoco, i seguenti ambienti:

- aree produzione del fabbricato Forno 14;
- locale gruppo elettrogeno all'interno del Forno 14;
- locale gruppo elettrogeno all'interno del fabbricato tecnico compressori.

Le restanti aree di progetto non sono classificate "ambienti a maggiore rischio in caso d'incendio". Sono quindi considerati ambienti "ordinari" ai fini della costruzione degli impianti elettrici:

- cabine tecniche interne al fabbricato Forno 14, con la sola esclusione del locale gruppo elettrogeno sopra citato;
- fabbricato tecnico contenente sala compressori, sala pompe a vuoto, cabina elettrica 8.A;
- fabbricato manutenzioni generali.

parte 2: IMPIANTI ELETTRICI “CIVILI”

9. PUNTO DI PARTENZA DEGLI IMPIANTI DI PROGETTO

Gli impianti elettrici “civili” di progetto partono dai quadri di bassa tensione previsti in cabina 8.B e sono suddivisi in più sezioni:

- NORMALE, intesa come alimentazione dalla rete;
- PREFERENZIALE, intesa come alimentazione da sorgente ausiliaria, in questo caso gruppi elettrogeni;
- CONTINUITA', intesa come alimentazione da gruppo statico di continuità, per servizi di processo;

Dalla cabina 8.B gli impianti si distribuiscono internamente al fabbricato forno mediante canali, e saranno impiegati cavidotti interrati per la distribuzione ai fabbricati periferici.

La distribuzione dei circuiti principali è fatta utilizzando canali in acciaio zincato, di tipo chiuso con coperchio (IP4X) e di tipo in filo di acciaio zincato (senza alcun grado di protezione IP). I canali saranno differenti tra gli impianti di bassa tensione e quelli degli impianti speciali; laddove i canali saranno condivisi, un setto separatore permetterà di mantenere segregati i circuiti.

La distribuzione dei circuiti terminali è fatta utilizzando tubazioni in acciaio zincato negli ambienti gravosi, e tubazioni in PVC rigido negli ambienti dove il rischio di impatto è inferiore.

I cavi impiegati saranno tutti di tipo “CPR” idonei ad essere inseriti in modo permanente entro edifici.

10. CAVI DI BASSA TENSIONE

I cavi impiegati saranno di tipo “CPR” (Regolamento dei Prodotti da Costruzione), idonei ad essere inseriti in modo permanente entro edifici, in grado di rispettare le prescrizioni dovute a:

- variante V4 alla norma CEI 64-8, in vigore dal 01/06/2017;
- D.Lgs n.106 del 16/06/2017 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”, pubblicato sulla G.U. n. 159 del 10/07/2017.

La corrispondenza dei cavi “CPR” ai cavi “classici / vecchi” è chiarita nella tabella seguente: i cavi necessari a rispettare le prescrizioni di progetto appartengono alla seconda riga, con classe di reazione al fuoco C_{ca}-s3,d1,a3.

CAVI “VECCHI”		CAVI “CPR”		
Classe di reazione al fuoco	Vecchio nome	Nuovo nome	Classe di reazione al fuoco	Idoneità di posa
Cavi ordinari	N07V-K 450/750V FROR 450/750V	FS17 450/750V FS18OR18 300/500V	E _{ca} E _{ca}	Rischio incendio BASSO Posa singola in edifici in cui non esiste rischio d'incendio per le persone e per le cose
Cavi non propaganti l'incendio (CEI 20-22)	N07V-K 450/750V FG7(O)R 0.6/1 kV	FS17 450/750V FG16(O)R16 0.6/1 kV	C _{ca} -s3,d1,a3	Rischio incendio BASSO Luoghi marci tipo B e C Posa in fascio in edifici ad uso civile con altezza antincendio inferiore a 24 m
Cavi LS0H (CEI 20-38)	N07G9-K 450/750V FG7(O)M1 0.6/1 kV	FG17 450/750V FG16OM16 0.6/1kV	C _{ca} -s1b,d1,a1 C _{ca} -s1b,d1,a1	Rischio incendio MEDIO Luoghi marci di tipo A Posa in edifici ad uso ospedali, case di riposo, locali di pubblico spettacolo e trattenimento, alberghi, scuole, asili nido oltre 30 persone, aziende ed uffici oltre 300 persone, biblioteche, musei, archivi, ecc.
Cavi resistenti al fuoco (CEI 20-45)	FTG10M1 0.6/1kV	FG18OM16 0.6/1 kV	B2 _{ca} -s1.d1,a1	Rischio incendio ALTO Luoghi marci di tipo A Posa in aeroporti, stazioni ferroviarie e metropolitane, gallerie stradali, ecc. Posa per circuiti in cui è chiesta la resistenza al

				fuoco.
--	--	--	--	--------

In generale, nelle fasi di infilaggio le curvature dei cavi devono avere il raggio superiore 10 volte il diametro del cavo. Nell'infilare i conduttori in tubi si dovrà fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali rimane invariata per tutta la lunghezza della linea stessa.

Tutti i conduttori in partenza dai quadri dovranno essere siglati ed identificati con fascette segnacavo. Le stesse fascette dovranno essere installate anche all'arrivo dei conduttori, ed in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione. In tali fascette viene precisato il numero della linea e la sigla del quadro.

Di seguito le prescrizioni delle norme vigenti che devono rispettare i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici:

- Sezioni minime e cadute di tensione ammesse: le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore di 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL; per garantire un'adeguata scelta dei cavi saranno rispettate le prescrizioni delle norme di riferimento, CEI-UNEL 35024-1/2, che stabiliscono le portate dei cavi anche in presenza di più circuiti.
- Circuiti a tensione diversa: sono ammessi circuiti a tensione diversa entro lo stesso tubo o canale purché tutti i cavi siano isolati per la tensione maggiore; è anche accettabile che i due isolamenti siano sul cavo a tensione maggiore (classe II) mentre il cavo a tensione minore sia isolato per la propria tensione. In alternativa si possono separare i cavi per mezzo di setti separatori, tubi di protezione e cassette di derivazione distinte.
- Coesistenza di circuiti diversi: è consigliabile che le dorsali di distribuzione dei circuiti di segnale e di potenza siano separate tra loro. Cavi per diversi utilizzi possono comunque essere posati entro la stessa canalizzazione, purché tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata.
- Cavi per posa interrata: per posa interrata s'intende la posa del cavo direttamente a contatto con il terreno od entro tubo interrato. I cavi utilizzati in tale posa devono essere muniti di guaina protettiva ed essere isolati.
- Isolamento dei cavi: i cavi isolati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07; quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. La caduta di tensione e la densità di corrente non possono superare in nessun caso i valori massimi ammessi dalla normativa.
- Colori distintivi dei cavi: i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00722 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto: la norma non richiede colori particolari. Ad esempio, le fasi possono essere distinte dai colori nero, grigio e marrone, utilizzando colori distinti per circuiti distinti (es: nero per la F.M., grigio per la luce, etc.).
- Sezione del conduttore di neutro: nei circuiti monofase a due fili il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione di quello di fase, qualunque sia la sua sezione. Il conduttore di neutro può avere sezione inferiore rispetto a quella dei conduttori di fase nei circuiti trifase sostanzialmente equilibrati e comunque tutte le volte che la portata del conduttore impiegato sia maggiore della massima corrente di squilibrio. In tal caso la sezione del neutro può anche essere inferiore a metà della corrispondente sezione di fase. E' richiesto un minimo di 16 mmq se in rame e 25 mmq se in alluminio, come richiesto dall'art.524.2 delle norme CEI 64-8.
- Sezione dei conduttori di protezione: la sezione minima dei conduttori di protezione (PE) non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella che segue. In ogni caso si deve adottare la sezione unificata più vicina a quella risultante dall'applicazione della tabella.

SEZIONE CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mmq)	SEZIONE MINIMA CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE Sp (mmq)
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	SP = S/2

In alternativa ai criteri sopraindicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato dalle norme CEI 64-8 art. 543.1.1, tenendo comunque conto delle indicazioni di progetto. Se il PE è comune a più circuiti dovrà essere dimensionato in base al conduttore di fase di sezione più elevata.

MODALITÀ DI POSA

Le giunzioni e le derivazioni saranno ammesse solo entro cassette e saranno possibili solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superano in lunghezza le pezzature reperibili in commercio.

L'ingresso cavi nelle cassette di derivazione e di transito dovrà avvenire a mezzo di raccordi pressacavo.

I cavi posati su passerelle dovranno essere fissati con legature che mantengano fissa la posizione.

Nei tratti di passerella inclinati e verticali le legature dei cavi dovranno essere più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi stessi. Il numero di cavi su ogni passerella dovrà essere tale da poter mantenere, nelle condizioni previste posa e di carico, la loro temperatura entro valori prescritti dalle norme.

I cavi posati sulle passerelle portacavi asolate, non dovranno mai essere superiori a due strati, mentre quelli posati su passerelle cieche saranno sempre su un singolo strato.

Cavi in cunicoli

I cavi nei cunicoli dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- Le uscite dei cavi dei cunicoli saranno realizzate con aperture effettuate nelle piastrelle di copertura. Con piastrelle metalliche, i bordi dell'apertura saranno accuratamente arrotondati. All'uscita, i cavi saranno protetti da un tubo metallico fino a 1 m di altezza dal pavimento;
- Il numero di cavi in ogni tubazione sarà tale da consentire il comodo infilaggio e sfilaggio. Inoltre, nelle condizioni previste di carico normale, la temperatura dei cavi si dovrà mantenere entro i valori prescritti dalle norme.
Se un cunicolo assicura comunicazione tra due locali o luoghi diversi (locali a rischio d'incendio, di esplosione, corrosione etc.) dovrà essere accuratamente otturato.

Cavi su passerelle portacavi

La larghezza delle passerelle sarà prevista con una riserva del 15% per la posa di condutture future.

I cavi saranno posti fianco a fianco senza accavallarsi. I raggi di curvatura dovranno superare di sei volte il diametro esterno del cavo.

I cambiamenti di piano verranno effettuati per mezzo di raccordi speciali concavi o convessi.

Anche le curve saranno assicurate con raccordi speciali a 45° - 90° - 135°.

All'uscita delle passerelle i cavi o i conduttori saranno posti su parti metalliche che non presentino spigoli vivi. A tal fine le estremità delle passerelle saranno ripiegate per presentare una superficie arrotondata o saranno munite di raccordi a 90° convessi.

I supporti potranno essere comuni alle passerelle per correnti forti e correnti deboli. Le passerelle invece non potranno in nessun caso essere comuni ai cavi utilizzati per correnti forti e per correnti deboli, a meno di utilizzo di setti separatori appositamente realizzati dal costruttore. Saranno rifiutate suddivisioni artigianali realizzate con angolari o canalette addizionali nelle linee di scorrimento cavi, al fine di separare le correnti forti da quelle deboli.

Cavi su pareti

I cavi posti direttamente sulle pareti in muratura saranno fissati con collari ad una distanza minima di 0,33 m.

Quando si dovrà posare più di un cavo, obbligatoriamente dovranno essere utilizzate passerelle.

I raggi di curvatura dei cavi dovranno superare di sei volte il diametro del cavo.

Nel caso di incrocio di canalizzazioni adibite ad uso diverso, dovrà essere effettuato con un ponte, lasciando una distanza di almeno 3 cm fra le due canalizzazioni.

Gli attraversamenti delle pareti saranno effettuati, qualunque sia la loro lunghezza, per mezzo di manicotti in tubo di acciaio muniti di ghiera protettivi.

Nel caso in cui la comunicazione dei locali debba essere evitata (polveri etc.), i tubi d'acciaio avranno dei premi-stoppa ad ogni estremità.

Cavi in tubazioni

Il numero dei cavi o dei conduttori posati entro tubazioni a vista, incassate o interrate, dovrà essere tale da consentire il comodo infilaggio e sfilaggio e da garantire nelle condizioni di carico normale, che la temperatura dei cavi si mantenga entro i valori prescritti dalle norme.

Conduttori: portate

Per le portate di corrente dei cavi di energia, saranno utilizzate le tabelle CEI-UNEL corrispondenti ad un determinato tipo di isolamento, al numero di conduttori per cavo e al tipo di posa.

Posa in aria e interrata

Per i cavi di energia con tensione nominale U sino ad 1 kV e con isolante elastomerico o termoplastico si farà riferimento alla tabella CEI-UNEL 25024 e 35026.

Posa in aria e interrata

Per i cavi di energia con tensione nominale U superiore ad 1 kV e con isolante elastomerico o termoplastico si farà riferimento alle tabelle CEI-UNEL 35027 e 35028.

Connessioni, giunzioni e derivazioni

Le connessioni, giunzioni e derivazioni, devono essere eseguite con l'impiego di appositi dispositivi: non sono ammesse connessioni per mezzo di attorcigliamento e nastratura. Esse devono unire cavi aventi le stesse caratteristiche (tipo e sezione dei conduttori, colore) ed essere accessibili: pertanto vanno eseguite unicamente entro cassette di derivazione, quadri, ecc.. E' vietato eseguirle all'interno dei tubi. E' buona norma che cavi e relative connessioni non occupino più del 50% del volume delle cassette. Le derivazioni da quadri e scatole in impianti con richiesta di grado di protezione uguale o superiore ad IP40 devono essere realizzate con l'impiego di appositi pressacavi o pressatubi.

CODICE COLORI DEI CAVI

I colori dei conduttori devono rispettare le prescrizioni della norma CEI 64-8, che sono:

- colore giallo/verde: destinato unicamente ed obbligatoriamente al conduttore di terra, di protezione ed equipotenziale. Nel caso di utilizzo di cavi unipolari con guaina come conduttori di protezione è ammessa l'applicazione di fascette adesive giallo/verde alle estremità, negli eventuali pozzetti rompitratta ed in ogni punto accessibile (cassette di transito, derivazione, ecc.). E' proibito impiegare un cavo giallo/verde per usi diversi dal conduttore di protezione (anche se si sono fascettate le estremità ed i punti accessibili con altro un colore). È proibito utilizzare come conduttore di protezione un cavo di colore diverso dal giallo/verde, anche se le estremità vengono fascettate giallo/verde ed identificate con etichette monitrici.
- colore blu chiaro: destinato al conduttore di neutro. Tale richiesta è valida sia per i conduttori unipolari senza guaina che per i cavi multipolari. Nei cavi multipolari, nei sistemi con neutro non distribuito, l'anima di colore blu chiaro può essere usata come conduttore di fase. Nel caso di utilizzo di cavi unipolari con guaina come conduttori di neutro è ammessa l'applicazione di fascette adesive blu chiaro alle estremità, negli eventuali pozzetti rompitratta ed in ogni punto accessibile (cassette di transito, derivazione, ecc.).
- altri colori (marrone, nero, grigio, ecc.): destinati ai conduttori di fase, per i quali non esistono specifiche indicazioni sulla loro distinzione. Segue che per i conduttori di fase è corretto procedere secondo il buon senso e quindi distinguendo i circuiti (ad es. FM da quelli illuminazione) utilizzando conduttori aventi colori diversi.
- sigle, segni grafici: destinati ai conduttori nudi ed alle sbarre, che devono essere identificabili ad esempio per forma o posizione, oppure con colori, cifre, segni grafici alle estremità e nei punti di connessione.

Colore dei conduttori facenti parte dell'equipaggiamento elettrico a bordo macchina

Per gli impianti elettrici installati a bordo macchina devono rispettare le prescrizioni contenute nella relativa norma CEI EN 60204-1 (CEI 44-5), che richiede di identificare i conduttori ma non necessariamente con i colori. Possono infatti essere impiegati codici alfa numerici tipo L1, L2, L3, PE. Nel caso di utilizzo dei colori, invece, i criteri da osservare sono:

- prescrizioni generali: i colori ammessi sono nero, marrone, rosso, arancio, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Lo stesso colore deve essere impiegato per tutta la lunghezza del conduttore. I colori verde e giallo non devono essere utilizzati dove è possibile la confusione con conduttori giallo/verde.
- conduttore di protezione: il colore deve essere giallo/verde. Se il conduttore di protezione può essere facilmente identificabile (ad es. per forma o posizione) o se non è accessibile, la codifica mediante colore per tutta la sua lunghezza non è necessaria: rimane obbligatorio comunque identificare le estremità e le parti accessibili con il colore giallo/verde.
- conduttore di neutro: il colore deve essere blu chiaro. I conduttori nudi devono essere colorati blu chiaro per tutta la loro lunghezza, oppure devono essere identificati da una banda blu-chiaro (dimensioni 15-100 mm) in ogni vano e posizione accessibile.
- altri conduttori: l'identificazione può avvenire con colore in modalità completa od utilizzando più bande. Si deve osservare l'utilizzo dei colori come segue:
 - colore nero: circuiti di potenza,
 - colore rosso: circuiti di comando in corrente alternata,
 - colore blu: circuiti di comando in corrente continua,

- colore arancio: circuiti di interblocco alimentati da una sorgente di potenza esterna, non sezionata dal dispositivo di sezionamento generale (si noti che gli altri circuiti non sezionati dal dispositivo di sezionamento generale, ad esempio luce macchina, devono portare una targhetta di avvertimento).

Colore dei conduttori dei quadri elettrici

Il quadro elettrico è considerato un componente dell'impianto, a cui si applicano le norme CEI EN 61439-1/2 (CEI 17-113/114); al suo interno non si applica la norma impianti CEI 64-8. La norma sui quadri richiede che i circuiti ed i materiali siano singolarmente identificabili, ma non necessariamente con l'uso di colori. Si possono utilizzare codici di identificazione, che devono coincidere a quelli riportati sullo schema del quadro che obbligatoriamente lo deve accompagnare; a tal riguardo è applicabile la norma CEI 3-34 "codice di identificazione da utilizzare nella tecnologia elettrica".

SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore di 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL; al fine di garantire un'adeguata scelta dei cavi saranno rispettate le prescrizioni delle norme di riferimento, CEI-UNEL 35024-1/2, che stabiliscono le portate dei cavi anche in presenza di più circuiti.

11. LINEE IN CAVO: RETI INTERRATE

Per l'alimentazione dei fabbricati periferici, quali fabbricato compressori e fabbricato manutenzioni generali, è prevista la posa di linee in cavo entro tubazioni. Esse dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma CEI 11-17:

- cavi infilati in tubi di cemento: non è richiesta una minima profondità di interrimento;
- cavi infilati in cavidotti AD-PE con classe di resistenza all'impatto pari o superiore a 450 N: non è richiesta una minima profondità di interrimento;
- cavi infilati in cavidotti AD-PE con classe di resistenza all'impatto pari a 250 N: è richiesta una minima profondità di interrimento di 60 cm e dev'essere applicata una protezione meccanica sopra il tubo;
- cavi di bassa tensione non armati, direttamente interrati: è richiesta una minima profondità di interrimento di 60 cm e dev'essere applicata una protezione meccanica sopra il cavo;
- cavi di media tensione non armati, direttamente interrati: è richiesta una minima profondità di interrimento di 170 cm e dev'essere applicato un nastro di segnalazione 30 cm sopra il cavo;
- cavi di media tensione o di bassa tensione di tipo armato, direttamente interrati: è richiesta una minima profondità di interrimento di 60 cm e dev'essere applicato un nastro di segnalazione 30 cm sopra il cavo.

RAGGI DI CURVATURA

I raggi di curvatura dei cavi appartenenti a sistemi con tensione nominale superiore a 1 kV sono disciplinati dalla norma CEI 11-17. Per la parte di cavi interrati essa è applicabile anche ai cavi di bassa tensione.

Le prescrizioni che richiede la norma sono applicabili a cavi con temperatura superiore a 0°C e sono i seguenti, dove "O.D." intende il diametro esterno (Outside Diameter):

- 30*O.D. per cavi con schermo (guaina) in alluminio;
- 16*O.D. per cavi con schermo (guaina) in piombo;
- 14*O.D. per cavi senza schermo (guaina) in alluminio o piombo;
- 12*O.D. per cavi senza alcun schermo (guaina) guaina metallica di protezione.

La norma permette di dimezzare tali valori se la temperatura ambiente è superiore a 15 °C e se l'infilaggio avviene impiegando una sella sagomata.

Tali valori sono leggermente differenti rispetto a quelli citati nella norma CEI 20-13 "Cavi isolati in gomma estrusa per tensioni nominali da 1 a 30 kV", esclusiva per i cavi di media tensione, che sono i seguenti:

- 12*O.D. per cavi con conduttori solidi, senza schermo (guaina) protettiva;
- 10*O.D. per cavi con conduttori flessibili, senza schermo (guaina) protettiva;
- 16*O.D. per cavi differenti dai precedenti.

Per le differenze tra le due norme, per i cavi di media tensione dovrà essere preso il valore più cautelativo.

TENSIONE DI TIRO

La tensione di tiro dei cavi appartenenti a sistemi con tensione nominale superiore a 1 kV sono disciplinati dalla norma CEI 11-17, in cui è scritto "la tensione di tiro non deve eccedere 60 N/m² per conduttori in rame (50 N/m² per conduttori in alluminio).

Per facilitare le operazioni di tiro potranno essere utilizzati rulli per il traino che permettono di ridurre lo sforzo necessario evitando, allo stesso tempo, danneggiamenti ai cavi stessi.

La norma prescrive che le operazioni di tiraggio devono essere eseguite a temperature superiori a 0°C per evitare danneggiamenti dell'isolamento.

Nei tratti rettilinei la tensione di tiro "T" è calcolabile con la seguente formula:

$$T = 10 \cdot L \cdot p \cdot f \text{ [Newton]}$$

dove:

- L = lunghezza del cavo [m]
- P = massa di 1 m di cavo [kg/m]
- F = è il fattore di frizione, pari a 0.25 per cavi infilati in tubi PVC, 0.20 for posa su rulli all'aperto.

OPERAZIONI DI INFILAGGIO

Prima di iniziare la posa dei cavi si dovrà eseguire l'apertura dei pozzetti della struttura che compone i sottoservizi, per verificarne l'integrità e per predisporre pulegge, ruotismi ed altri accessori necessari al tiro dei cavi.

La bobina di cavo deve essere posata, salvo diversa indicazione contenute nel piano di posa, per tutta la sua lunghezza. La posa può essere eseguita a mano o con l'ausilio di argano a motore provvisto di frizione automatica e di dinamometro, in ogni caso il tiro applicato non deve mai superare i limiti ammessi dalle specifiche tecniche del costruttore del cavo. In alcuni casi può essere necessario fare ricorso all'impiego di argani intermedi che, opportunamente posizionati lungo il tracciato, collaborano con l'argano principale nel tiro del cavo.

Qualora non sia possibile tirare l'intera pezzatura in un'unica direzione, dopo aver collocato la bobina al centro della tratta o in prossimità di un punto caratteristico (esempio angoli a 90°), si eseguono le seguenti due fasi operative:

- nella prima si tira il cavo in un senso;
- nella seconda si svolge a terra, a forma di "otto", la parte rimanente della pezzatura di cavo, procedendo poi alla sua collocazione nei tubi con l'applicazione del tiro nel senso opposto.

Nel caso di posa eseguita manualmente occorre predisporre del personale in ogni pozzetto interessato e operare con il massimo sincronismo durante le fasi di tiro.

Al fine di evitare l'ingresso di corpi estranei nei tubi utilizzati e di garantire nel contempo il bloccaggio dei cavi, devono essere predisposti gli appositi tappi plastici spaccati.

SISTEMAZIONE DEI CAVI NEI POZZETTI

Il cavo deve essere sistemato sul fondo del pozzetto verso la parete avendo cura di rispettare le seguenti indicazioni:

- i raggi di curvatura dei cavi non devono essere mai inferiori ai limiti previsti dalla Specifica Tecnica del cavo;
- i cavi in genere non necessitano di protezione supplementare all'interno del pozzetto;
- nel caso sia stato previsto un giunto (di linea o di estrazione) all'interno del pozzetto, le operazioni di giunzione non possono essere programmate all'interno dello stesso, pertanto deve essere sempre garantita una quantità di cavo (scorta) sufficiente ad eseguire la giunzione all'esterno del manufatto.
- il cavo deve essere sistemato sul fondo del pozzetto in maniera tale da poter ubicare la muffola in posizione orizzontale rispetto al manufatto.
- la scorta di cavo deve essere disposta in maniera tale da poter essere successivamente estratta senza imporre torsioni al cavo.

L'ubicazione delle scorte è indicata in progetto; eventuali variazioni potranno essere preventivamente discusse e concordate con la D.LL. Le ricchezze di cavo dove si prevedono i giunti dovrà essere di minimo 5 m per lato.

Nei pozzetti devono essere applicate direttamente sul cavo delle targhette adesive di identificazione, resistenti all'acqua, in posizione visibile, con scritte applicate mediante serigrafia o stampante. Le scritte devono essere adatte all'immersione; non sono ammesse scritte a penna ed in generale scritte manuali con pennarello.

GIUNZIONE, TERMINAZIONE E ATTESTAZIONE

L'alloggiamento delle muffole (se previste) è da realizzare in pozzetti di dimensione non inferiore a 60x60 cm; qualora non fosse possibile l'ubicazione di pozzetti di tale grandezza nelle posizioni previste, si potrà concordare con la D.LL. una migliore posizione del manufatto.

Le muffole devono essere fissate nella parete lunga dei pozzetti in posizione orizzontale mediante le apposite staffe di sostegno nella posizione prefissata. La ricchezza di cavo in questo caso va disposta lungo il perimetro e appoggiata sul fondo del pozzetto. La restante scorta si dispone ordinatamente sul fondo del pozzetto.

Le operazioni di posa devono essere condotte in modo da evitare al cavo brusche piegature, ammaccature, abrasioni, ecc. debbono inoltre essere tassativamente rispettati i raggi minimi di curvatura esistenti.

12. SOTTOSERVIZI: CAVIDOTTI E POZZETTI

La distribuzione delle reti interrato (linee elettriche) alle utenze di progetto saranno fatte entro percorsi costituiti da cavidotti in PE-AD e pozzetti interrati, formanti la rete di sottoservizi.

TUBI CORRUGATI ISOLANTI PER CAVIDOTTI INTERRATI

I circuiti dovranno essere infilati entro cavidotti posati in modalità interrata entro scavi realizzati in modo meccanico o a mano, a sezione ristretta ed obbligata di profondità fino a 1 m; i cavidotti dovranno essere posati a profondità costante lungo l'intero tracciato previa regolarizzazione del terreno.

Le giunzioni fra i tubi dovranno essere eseguite con la massima cura usando idonei manicotti di giunzione, assicurando le caratteristiche di protezione meccanica dichiarate per il tubo. Dovrà essere curato il collegamento dei tubi con i pozzetti mediante adatte sigillature; nelle attestazioni dei cavidotti presso i pozzetti i tubi dovranno essere interrotti ed il taglio dovrà essere a filo parete; eventuali fori dovranno essere stuccati ed il fondo dovrà essere pulito ed asportati eventuali eccedenze di lavorazione. Sul fondo del pozzetto dovranno essere realizzati opportuni fori per il drenaggio dell'acqua, qualora non già previsti dal costruttore.

Il raggio minimo di curvatura ammesso per i cavidotti dovrà essere pari a 5 volte il diametro esterno.

È necessario che i percorsi interrati dei cavi siano segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi; per tale motivo nello strato di riempimento, circa 20 cm sopra il cavidotto, dovrà essere posato un nastro monitore con scritto "CAVI ELETTRICI" od altra scritta simile di monito. Il nastro dovrà essere costituito da un film di colore rosso con dicitura nera ripetuta per l'intera lunghezza, termicamente saldato ad una seconda pellicola in polipropilene trasparente a protezione della scritta. Lo spessore e le caratteristiche del nastro ottenuto dovranno essere tali da permettere un allungamento pari o maggiore del 250%.

In caso di incroci, i cavidotti di energia dovranno essere posati inferiormente ai cavidotti di telecomunicazioni. In caso di parallelismi, dovrà essere osservata una distanza non inferiore a 30 cm tra cavidotti di energia e di telecomunicazioni. In caso di incrocio tra cavidotti di energia e tubazioni metalliche interrato destinate alla distribuzione di fluidi, l'incrocio non dovrà essere fatto in prossimità dei giunti / saldature tra i vari pezzi che compongono la condotta metallica.

È fatto divieto di posare i condotti di energia entro manufatti che contengono anche tubazioni di fluidi infiammabili.

I cavidotti dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- CAVIDOTTI PEHD: cavidotti in polietilene ad alta densità (HDPE) per elevata resistenza chimica alle sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, infiammabili e acqua. A doppia parete, lisci internamente e corrugati esternamente, completi di sonda tirafilo in acciaio, aventi resistenza alla compressione superiore a 450N e all'urto di 2kg a -5°C. A marchio IMQ o similare. Diametri variabili come da indicazioni riportate negli elaborati grafici (comunque il diametro nominale interno del tubo dovrà essere maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi).

I cavidotti dovranno essere conformi alle norme:

- CEI EN 50086-1: (CEI 23-29): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1 - Prescrizioni generali.
- CEI EN 50086-2.4 (CEI 23-46): Prescrizioni partic. per sistemi di tubi interrati (cavidotti lisci, corrugati, doppia parete).
- CEI EN 60423: (CEI 23-26): Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori.

In base alla norma CEI 11-17 relativa alla posa dei cavi interrati i cavidotti serie N450 come quelli di progetto possono essere interrati a profondità anche inferiore a 50 cm dal livello di campagna e privi di sistemi (tegolo, lastra, ecc.) di protezione meccanica. Si sottolinea come, invece, i cavidotti più leggeri classificati serie N250 devono essere interrati a profondità non inferiori a 50 cm dal livello di campagna ed essere protetti contro i danneggiamenti meccanici da tegolo od altri sistemi.

POZZETTI

L'utilizzo dei pozzetti nella costruzione dell'infrastruttura sotterranea è necessario allo scopo di:

- Assicurare un adeguato spazio per effettuare la giunzione e/o la diramazione dei cavi.
- Facilitare le operazioni di posa dei cavi (nel caso di cambio quota e/o direzione che prevedono raggi di curvatura inferiori a quelli previsti dalle caratteristiche dei tubi).
- Consentire un tempestivo ed agevole intervento di manutenzione.

I pozzetti dovranno essere costituiti da elementi prefabbricati armati in calcestruzzo vibrocompresso, in elementi sovrapposti per permettere di raggiungere varie profondità di posa.

La base dei pozzetti dovrà presentare un setto a frattura, in modo da consentire il drenaggio di acque, mentre il modulo di base dovrà essere provvisto di setti a frattura per l'accesso dei tubi, posti su tutti i lati.

In generale, salvo esigenze dettate da problematiche di ordine tecnico o legate a permessi degli Enti proprietari delle strade, devono essere installati pozzetti affioranti, il cui chiusino dopo il ripristino dovrà risultare a livello con la pavimentazione stradale, al fine di garantire la massima accessibilità all'infrastruttura per le future opere di ampliamento e di manutenzione.

La posizione dei pozzetti deve essere tale da consentire l'accesso (ripetuto e continuo) limitando al massimo sospensioni e/o intralci alla circolazione stradale.

Il fondo dello scavo che deve ospitare il pozzetto deve essere fortemente costipato, anche con materiale a granulometria fine e, qualora necessario, con una gettata di cemento al fine di creare una solida base di appoggio per la posa del pozzetto. Il piano di appoggio del pozzetto e la profondità dello scavo devono essere tali affinché il pozzetto risulti perfettamente in linea con la sagomatura del piano stradale. Gli elementi in sopralzo in calcestruzzo, utilizzati per adeguare la profondità del pozzetto, devono essere sigillati sia internamente sia esternamente con malta cementizia e al termine di tale operazione si deve procedere all'asportazione dei residui di lavorazione e alla perfetta pulizia del pozzetto.

A seconda della costituzione del terreno, deve essere valutata la possibilità di aprire o meno i setti frattura predisposti sul fondo del pozzetto per il drenaggio delle acque. I tubi inseriti nelle zone predisposte con setti a frattura del pozzetto devono essere bloccati lato esterno e lato interno con malta cementizia e devono sporgere per almeno 15 cm all'interno. Il materiale di reinterro da posare adiacente alle pareti del pozzetto deve essere inerte a granulometria fine ed opportunamente costipato. L'ubicazione dei pozzetti deve essere effettuata non solo nel rispetto dei vincoli tecnici (esigenze di posa, cambi di quota, di direzione) ma anche ottimizzata rispetto alle esigenze future di accesso alla rete e quindi con distanze massime tra due pozzetti che dipenderà dalle caratteristiche dell'area oggetto dell'intervento, stabilita in fase di progettazione.

INGRESSO DEI TUBI NEI POZZETTI

Il collegamento ad un manufatto, ad esempio un pozzetto, dovrà essere realizzato mediante uno scavo di tipo tradizionale della lunghezza di circa 2 m, che consenta una discesa graduale di raccordo tra la minitrincea e i punti di accesso al manufatto (setti a frattura) nel rispetto del minimo raggio di curvatura dei tubi in PEAD.

All'interno dei pozzetti i tubi devono entrare ed uscire, di norma, dalle pareti più corte; soltanto nei cambi di direzione della dorsale i tubi dovranno uscire dal lato lungo del pozzetto e dal setto più lontano rispetto al punto di ingresso.

I tubi devono entrare nel manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 15 cm dalla base interna del pozzetto. Il raccordo con il pozzetto inoltre deve essere realizzato rispettando le seguenti disposizioni:

- I tubi devono accedere dai lati del manufatto che garantiscano il rispetto dei raggi di curvatura del cavo ottico
- I tubi devono essere bloccati con malta cementizia sia sul lato interno che esterno del pozzetto
- I tubi devono sporgere di circa 15 cm all'interno del manufatto; in caso di necessità di contenere le sporgenze per l'ingombro di muffole di giunzione etc. la sporgenza dei tubi attestati al pozzetto può essere ridotta al minimo di 5 cm.

Completate le operazioni di terminazione dei tubi nel manufatto, quest'ultimo deve risultare perfettamente stuccato e liscio sia lato ingresso tubi, sia tra gli elementi del pozzetto.

Ogni pozzetto deve essere corredato da apposito chiusino in ghisa carrabile riportante le indicazioni concordate con la D.LL. e la Committenza.

13. IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Per la protezione contro le sovratensioni, di origine atmosferica e di origine impiantistica (conseguenza di manovre), sono previsti scaricatori di sovratensione presso i quadri elettrici principali di zona.

Con riferimento alla posizione d'installazione, la norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) rimanda alle istruzioni del costruttore le regole d'installazione dei dispositivi di protezione e manovra. Per gli scaricatori di sovratensione, pertanto, è da fare riferimento alla norma CEI 37-8 "*Limitatori di sovratensione di bassa tensione. Parte 12: Limitatori di sovratensione connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione*" che, nell'Allegato H, specifica i requisiti di sicurezza elettrica in relazione all'isolamento. Anche se non prescrittivo, l'Allegato prevede l'installazione degli SPD in un loro apposito involucro da installare a fianco del quadro B.T. e vicino al collettore di terra.

Per tale motivo, gli scaricatori di sovratensione dovranno essere preferibilmente installati in custodie esterne ai quadri elettrici.

VALUTAZIONE PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Per quanto concerne la valutazione della protezione contro i fulmini, ed alle eventuali misure di protezione necessarie, si rimanda alla lettura della parte 6 del presente documento, in cui è riportata anche la valutazione analitica condotta in conformità alla norma CEI EN 62305-2.

14. IMPIANTO DI TERRA

L'insediamento produttivo di Zignago Vetro Spa è composto da vari fabbricati, connessi alla stessa rete di terra realizzata mediante corde di rame di differenti sezioni, di cui la principale è la sezione di 50 mmq.

L'ultimo ampliamento dell'impianto di terra è stato eseguito nell'ambito della costruzione del forno 13 ed è stato regolarmente denunciato all'INAIL il 06/12/2019, che ha assegnato l'identificativo "20191206.000084713.TVB".

L'impianto di terra di progetto verrà realizzato con gli stessi metodi costruttivi dell'impianto di terra esistente, e verrà ad esso collegato in più punti. Unica differenza è la sezione del dispersore di terra: è stato scelto da 95 mmq a fronte della maggiore corrente di guasto rispetto alle precedenti.

Il nuovo impianto di terra, in ampliamento all'esistente, sarà costituito in prevalenza da dispersore in corda di rame posato ad anello sul perimetro dei fabbricati: nel fabbricato forno, che ha struttura metallica, il dispersore sarà anche collegato ai pilastri metallici, al fine di realizzare un'unica struttura equipotenziale.

Oltre all'impianto di terra necessario in generale per i guasti sulla bassa tensione, da realizzare in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8, è realizzato anche un impianto di terra in cabina 8.A per risolvere i guasti sulla media tensione, secondo le prescrizioni della norma CEI 99-3. Gli impianti di terra di cabina e generale sono indicati negli elaborati grafici, in cui sono mostrati i dettagli di ciascuno di essi.

In generale, l'impianto di terra si rende necessario per la protezione dai contatti indiretti di tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per questo tipo di protezione ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti nell'edificio e nelle sue dipendenze deve avere impianto di terra a cui devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso. L'impianto di terra è realizzato in modo da poter effettuare le verifiche. Tutti i collegamenti con le parti metalliche è fatto tramite collari morsetti e bulloni; i collegamenti non ispezionabili sono provvisti di protezione anticorrosione, ad esempio mediante applicazione di due mani di vaselina vegetale ed adatto nastro di fibra di vetro catramato.

Al termine dei lavori l'impresa esecutrice misurerà la resistenza di terra ottenuta col nuovo impianto, rilasciando Dichiarazione.

Collegamenti equipotenziali

Le tubazioni metalliche entranti dall'esterno all'interno dell'area di progetto dovranno essere tra loro collegate al collettore di terra principale, per garantire l'equipotenzialità fra l'impianto di terra e le masse estranee, consentendo di ridurre la resistenza complessiva dell'impianto di terra. In particolare, si devono prevedere i collegamenti equipotenziali per:

- tubazioni metalliche dei fluidi,
- tubazioni metalliche del gas.

I collegamenti devono essere effettuati utilizzando appositi morsetti a collare, di materiale adatto ad evitare il formarsi di coppie galvaniche che potrebbero favorire la corrosione. Le sezioni minime prescritte per tali collegamenti sono evidenziate nella tabella sottostante:

	Conduttore di protezione principale PE	Conduttore equipotenziale
Principale EQP	$\leq 10 \text{ mmq}$ $= 16 \text{ mmq}$ $= 25 \text{ mmq}$ $> 35 \text{ mmq}$	6 mmq 10 mmq 16 mmq 25 mmq
Supplementare EQS: collegamento massa-massa	EQS \geq PE di sezione minore ⁽¹⁾	

Supplementare EQS: collegamento massa-massa	EQS $\geq \frac{1}{2}$ della sezione del corrispondente conduttore PE In ogni caso la sezione del conduttore EQS deve essere: $\geq 2.5 \text{ mmq}$ se protetto meccanicamente $\geq 4 \text{ mmq}$ se non protetto meccanicamente	
⁽¹⁾ E' opportuno aumentare la sezione del conduttore EQS sulla base della corrente di guasto effettiva, quando le due masse appartengono a circuiti con sezioni dei conduttori di protezione molto diverse. Questo per evitare che sul conduttore EQS, dimensionato in base alla sezione del conduttore di protezione minore, possono circolare correnti di guasto non sopportabili dal conduttore stesso.		

15. IMPIANTO ILLUMINAZIONE EMERGENZA

L'illuminazione di emergenza è un presidio di fondamentale importanza per rendere efficiente il sistema delle vie di esodo di un luogo di lavoro. La richiesta di individuare chiaramente i percorsi d'esodo è indicata nel D.M. 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro", ai punti seguenti:

- D.M. 10.03.1998 – Punto 3.12 - SEGNALETICA INDICANTE LE VIE DI USCITA. Le vie di uscita e le uscite di piano devono essere chiaramente indicate tramite segnaletica conforme alla vigente normativa.
- D.M. 10.03.1998 - Punto 3.13 - ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI USCITA. Tutte le vie di uscita, inclusi anche i percorsi esterni, devono essere adeguatamente illuminate per consentire la loro percorribilità in sicurezza fino all'uscita su luogo sicuro. Nelle aree prive di illuminazione naturale od utilizzate in assenza di illuminazione naturale, deve essere previsto un sistema di illuminazione di sicurezza con inserimento automatico in caso di interruzione dell'alimentazione di rete.

Per illuminazione di emergenza è intesa l'illuminazione destinata a funzionare quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare.

L'illuminazione di emergenza si distingue in:

- illuminazione di riserva: ha la funzione di permettere la continuità del servizio dell'attività al mancare dell'illuminazione ordinaria, quindi non riguarda la sicurezza delle persone;
- illuminazione di sicurezza: destinata a garantire la sicurezza delle persone in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria.

Il presente paragrafo si occupa all'illuminazione di sicurezza.

Per attività lavorative particolari l'obbligo dell'illuminazione di sicurezza discende dalle disposizioni di legge e dalle norme UNI e CEI, le quali stabiliscono in alcuni casi anche i livelli di illuminamento minimo. Per questo intervento non si evince la necessità di classificare alcune zone come "pericolose" per la vita delle persone in caso d'interruzione dell'energia; ciò nonostante, i livelli di illuminamento di sicurezza che saranno garantiti dagli impianti di progetto saranno superiori ai minimi livelli richiesti.

Con tale premessa, in progetto è prevista la realizzazione di un impianto illuminazione di sicurezza con la finalità di illuminare le aree ed i percorsi d'esodo in caso di assenza tensione, con autonomia non inferiore a 1 ora, dimensionato affinché lungo i percorsi d'uscita fornisca le prestazioni conformi alle richieste della norma UNI EN 1838.

La norma prevede che occorre posizionare un apparecchio per ogni porta di uscita e nei seguenti punti (al massimo a 2 metri di distanza orizzontale) in modo da ottenere una efficace illuminazione:

- in prossimità di ogni rampa di scale;
- in prossimità di ogni cambio di livello;
- sulle uscite di emergenza ed in corrispondenza degli eventuali segnali di sicurezza;
- ad ogni cambio di direzione;
- ad ogni intersezione dei corridoi;
- vicino ed immediatamente all'esterno di ogni uscita;
- vicino ad ogni punto di pronto soccorso;
- vicino ad ogni dispositivo antincendio o punto di chiamata.

Per le vie di esodo di larghezza fino a 2 metri, l'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo non deve essere minore a 1 lx; inoltre, la banda centrale, di larghezza almeno pari alla metà di quella della via di esodo, deve avere un illuminamento maggiore o uguale a 0,5 lx. In definitiva, lungo le vie di esodo, viene predisposto quanto necessario per ottenere un illuminamento di 0,5 lx (con eccezione del bordo perimetrale di 0,5 metri) intesa quale illuminazione antipanico.

Nelle aree ad alto rischio la norma prevede diversamente un illuminamento pari al 10% dell'illuminamento ordinario, e comunque non inferiore a 15 lux.

Maggiori dettagli sui minimi livelli d'illuminamento d'emergenza che saranno rispettati, dall'impianto di progetto, sono i seguenti.

AREA	ILLUMINAMENTO MEDIO "E _m " (1 mt pavimento, con riflessioni)	TEMPO INTERVENTO	AUTONOMIA	NOTE
Scale percorsi esodo	2 lux	< 0.5 sec	1 ora	SE – solo emergenza
Porte d'esodo	2 lux	< 0.5 sec	1 ora	SE – solo emergenza
Tratti orizzontali esodo	1 lux	< 0.5 sec	1 ora	SE – solo emergenza
Segnalazione d'esodo	-	< 0.5 sec	1 ora	SE – solo emergenza

Oltre all'illuminazione di sicurezza, che garantisce il minimo livello di illuminamento sui percorsi d'esodo, è prevista la realizzazione della segnalazione delle uscite di sicurezza, mediante apparecchi retro-illuminati dotati di pittogrammi conformi alla norma ISO 7010, ed idonei alle prescrizioni dettate dal D.M. 81/2008 ed alla Norma Europea UNI EN 1838.

La norma UNI EN 1838 sottolinea come un segnale illuminato internamente è distinguibile a distanza maggiore rispetto ad un segnale illuminato esternamente avente la stessa dimensione, secondo la formula:

$$d = s \times p$$

d = distanza di visibilità

p = altezza del pittogramma

s = costante pari a 100 per i segnali illuminati esternamente e a 200 per segnali illuminati internamente.

AUTONOMIA

L'autonomia dell'illuminazione di sicurezza sarà non inferiore a 1 ora, ottenuta mediante accumulatori autonomi integrati alle lampade (in alcuni contesti) e mediante accumulatori centralizzati nei fabbricati di maggiore dimensione. La ricarica prevista degli accumulatori sarà non superiore a 12 ore.

REALIZZAZIONE

I punti luce di emergenza saranno alimentati tramite cavi in modo diretto dai quadri elettrici di competenza e, nelle aree più estese, mediante scomparto separato dei condotti elettrificati "blindo-luci" previsti anche per l'illuminazione generale.

I punti luce saranno eseguiti con cavi multipolari di tipo FS18OR18 300/500V e FG16OR16 0.6/1 kV, mentre nei tratti terminali e nei piccoli ambienti civili (uffici, servizi igienici) saranno in cordine tipo FS17 450/750V. Le sezioni minime saranno di 1.5 mmq nei tratti dorsali e 1.5 mmq nei tratti terminali (derivazioni).

La protezione delle linee è garantita da interruttori automatici installati nei quadri elettrici di competenza, sulla partenza dei circuiti (inizio linea) così da renderli idonei anche a classificazioni dei locali in "ambienti Marci".

16. IMPIANTO ILLUMINAZIONE INTERNA

È prevista la realizzazione di impianti d'illuminazione ordinaria con installazione di lampade LED. I valori d'illuminamento saranno conformi alle richieste della norma EN 12464-1 edizione 2011, che per gli ambienti di progetto richiede:

AREA	E _m	UGR _L	U _o	R _a	NOTE
(5.1.1) Zone di circolazione e corridoi	100	28	0,40	40	Illuminamento a pavimento
(5.1.2) Scale interne agli edifici	100	25	0,40	40	
(5.1.4) Rampe interne agli edifici	150	25	0,40	40	
(5.2.4) Gabinetti, bagni, toilette	200	25	0,40	80	
(5.3.1) Locali impianti, sala interruttori	200	25	0,40	60	
(5.3.2) Quadri di controllo	500	19	0,60	80	
(5.4.1) Magazzini, zone di stoccaggio	100	25	0,40	60	200 lx se occupato di continuo
(5.13.1) Gallerie di manutenzione, sotterranei	50	-	0,40	0	CRI ≥ 80
(5.13.2) Piattaforme di fonderie	100	25	0,40	80	
(5.13.4) Spogliatoi di fonderie	200	25	0,40	80	

Non rientra negli impianti di progetto la illuminazione di processo, presso le macchine, ad esempio per la verifica della qualità dei prodotti. Tali impianti saranno forniti nell'ambito della fornitura delle macchine.

Per gli impianti di progetto è prevista l'installazione di lampade LED aventi le seguenti minime caratteristiche prestazionali:

- Indice di resa cromatica non inferiore a 80
- Rischio fotobiologico R=0
- Temperatura colore 4000K
- Vita attesa a 50.000 ore @ 25°C non inferiore a L80B20.

REALIZZAZIONE

I punti luce ordinari saranno alimentati tramite cavi in modo diretto dai quadri elettrici di competenza e, nelle aree più estese, mediante condotti elettrificati "blindo-luci". I condotti elettrificati saranno "blindoluci" a n°8 poli, divise in due differenti unità con il solo conduttore di protezione in comune, che permettono:

- di realizzare n°3 accensioni indipendenti di luce ordinaria;
- di realizzare un circuito luce notturna ed un circuito di lampade di emergenza.

I punti luce saranno eseguiti con cavi multipolari di tipo FS18OR18 300/500V e FG16OR16 0.6/1 kV, mentre nei tratti terminali e nei piccoli ambienti civili (uffici, servizi igienici) saranno in cordine tipo FS17 450/750V. Le sezioni minime saranno di 1.5 mmq nei tratti dorsali e 1.5 mmq nei tratti terminali (derivazioni), a meno di differenti sezioni maggiori indicate negli schemi elettrici al fine di ridurre la caduta di tensione.

La protezione delle linee è garantita da interruttori automatici installati nei quadri elettrici di competenza, sulla partenza dei circuiti (inizio linea) così da renderli idonei anche a classificazioni dei locali in "ambienti Marci".

17. IMPIANTO ILLUMINAZIONE ESTERNA

È previsto un impianto d'illuminazione esterna finalizzato a garantire l'illuminamento per una corretta circolazione delle persone e dei mezzi attorno al fabbricato. Oltre ai percorsi, l'illuminazione esterna permetterà l'illuminamento anche delle tettoie previste per il riparo di attrezzature e per la protezione delle persone dagli agenti atmosferici.

L'illuminazione delle aree esterne è pensata con impiego di lampade LED, dimensionate per tipo e numero affinché i valori d'illuminamento siano conformi alle richieste della norma EN 12464-2 edizione 2014, che per gli ambienti di progetto richiede:

AREA	E _m	RG _L	U _o	R _a	NOTE
AREE CIRCOLAZIONE GENERALE E LUOGHI DI LAVORO ESTERNI (5.1.2) Zone di circolazione riservate ai veicoli lenti	10 lux	50	0,40	20	
AREE CIRCOLAZIONE GENERALE E LUOGHI DI LAVORO ESTERNI (5.1.4) Passaggi pedonali, punti di manovra, carico e scarico per i veicoli	50 lux	50	0,40	20	
SITI INDUSTRIALI E DEPOSITI (5.7.3) Lettura degli indirizzi, piattaforme di carico coperte, uso di utensili, operazioni di gettata, ordinaria o rinforzata, negli impianti di produzione di cls.	100 lux	45	0,50	20	

L'installazione delle lampade in esterno sarà fatta con uso di tubi metallici rigidi, attraverso cui saranno infilati cavi tipo FG16OR16 di sezione minima pari a 1.5 mmq.

La protezione delle linee sarà garantita da interruttori automatici installati nei quadri elettrici di zona, mentre le accensioni saranno automatiche regolate da sensori crepuscolari ed orologi.

18. PRESE DI ENERGIA

Sono realizzate nuove prese di energia per il corretto funzionamento delle utenze e delle apparecchiature elettriche previste nelle aree di progetto. Le prese sono di tipo Unel, bipasso, industriale IEC309.

I circuiti impiegano cavi unipolari e multipolari tipo FS18OR18 300/500V, FS17 450/750V, FG16OR16 0.6/1 kV. Le sezioni dei circuiti sono indicate negli schemi dei quadri elettrici.

Di seguito sono indicate di seguito le tipologie di prese impiegate.

- prese di tipo domestico in materiale isolante (tecnopolimero) adatte all'alimentazione di apparecchi in ambiente domestico o simile ovvero luoghi con presenza di personale non addestrato. Finalizzate alla posa entro scatole ad incasso a parete, per cartongesso, tonde, a vista su scatole per canali PVC. Supporti in resina, dotati di viti per fissaggio alle scatole tipo 503E o per cartongesso, dotate di graffette per fissaggio alle scatole tonde. Frutti di dimensione modulare installati a scatto dal retro dei supporti. Adatti a dispositivi con tensione massima di funzionamento pari a 250V, corrente nominale di 10A o 16A, alveoli attivi schermati e grado protezione IP21. Di colore bianco per il collegamento alle reti ordinaria e preferenziale, di colore rosso per il collegamento alla rete di continuità.
- prese di tipo industriale: prese per utilizzi industriali conformi agli standard internazionali IEC 309, indicate comunemente "prese CEE". Dotate di interblocco meccanico costituito da un interruttore di manovra sezionatore di categoria AC23A – AC3, che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. Sono costruite in tecnopolimero termoplastico di 1^ scelta, autoestinguente avente resistenza meccanica tale da assorbire urti e vibrazioni in relazione al tipo di luogo in cui sono installate. Gradi di protezione IP44, IP55, IP65 a seconda delle descrizioni in disegno. Dotate di base porta-fusibili sezionabile e fusibili di protezione.

19. TRASMISSIONE DATI

È in previsione la realizzazione di un impianto di trasmissione secondo la logica del cablaggio strutturato, con punti prese terminali collegati ad armadi dati distribuiti. Di seguito le prescrizioni per la realizzazione degli impianti di cablaggio strutturato alla regola dell'arte.

CABLAGGIO ORIZZONTALE

In generale, dall'armadio dati partono le linee in cavo fino alle prese terminali, con cablaggio orizzontale in rame cat.6, caratterizzati da capacità di 1Gbps entro i 100 mt. I cavi saranno di tipo UTP non schermati, cat.6, a 4 coppie 23AWG.

Il cablaggio è di tipo strutturato, ovvero tutte le prese terminali sono portate all'armadio dati con lo stesso metodo e materiali: solo nell'armadio sarà decisa la permutazione per destinare alcune di esse a trasmissione dati ed altre alla telefonia.

L'attestazione dei cavi è su pannelli dotati di porte RJ45 per i cavi in rame; il tipo di connessione del rame è con prese RJ45 cat.6 per quattro coppie, secondo standard EIA 568A.

Per rispettare le condizioni di posa al fine del rilascio della garanzia ventennale da parte del costruttore degli elementi del cablaggio, tutto il cablaggio orizzontale è fatto su passerelle portacavi indipendenti e non condivise con altri impianti, ad esempio entro scomparti segregati di canali in acciaio mediante l'impiego di separatori. Le derivazioni alle prese utente saranno realizzate con impiego di tubi in PVC. I frutti presa saranno installati entro scatole in materiale plastico, complete di supporti e placche identiche alle altre impiegate nell'impianto.

A seguire si riportano le modalità precise di stesura dei tratti orizzontali:

- le vie cavo destinate agli impianti di trasmissione dati devono essere indipendenti dagli altri circuiti.
- la posa dovrà rispettare le prescrizioni dello standard EIA/TIA 569/B che, ad esempio, richiedono che non vi siano tratti lineari di tiraggio più lunghi di 30 mt e che non devono esserci più di due curve a 90° tra i punti di trazione.
- la stesura delle linee di cablaggio strutturato deve essere fatta nel rispetto delle seguenti regole:
 - 1) un tubo diametro minimo 25 mm ogni tre cavi,
 - 2) un tubo diametro minimo 32 mm ogni sei cavi.
 - 3) scatole rompitratta ogni 15 m lineari (ogni curva equivale a 3 m lineari) posate secondo le norme CEI ed ISO 11801 edizione 2. Per quanto riguarda i raggi di curvatura delle tubazioni devono essere rispettati i seguenti parametri:
 - tubi con diametro minore a 50 mm: il raggio di curvatura deve essere 5 volte il diametro del tubo stesso.
 - tubi con diametro maggiore a 50 mm: il raggio di curvatura deve essere 10 volte il diametro del tubo stesso.
 - 4) vie cavo dorsali realizzate in canali di lamiera d'acciaio liscia (non forata) posati in orizzontale con staffe adatte a supportare il peso, complete di idonei accessori (curve, giunzioni, salita, ecc.) posate secondo norme CEI – ISO 11801 edizione 2 la quale prevede che il fattore di riempimento iniziale delle tubazioni e canalizzazioni deve essere non superiore al 40%.
 - 5) Le dimensioni delle vie cavo in canale devono essere:
 - fino a 100 cavi rete: 200x75 mmq
 - fino a 200 cavi rete: 300x75 mmq
 - fino a 400 cavi rete: 400x100 mmq
 - 6) la posa dei cavi del cablaggio strutturato devono rispettare i seguenti criteri:
 - i cavi UTP a 4 coppie twistate devono essere posati con raggi di curvatura non inferiore a 4 volte il diametro del cavo stesso.
 - i cavi UTP multicoppia devono essere posati con raggi di curvatura non inferiore a 10 volte il diametro del cavo stesso.
 - i cavi in fibra ottica devono essere posati con raggi di curvatura non inferiore a 10 volte il diametro del cavo stesso per pose statiche, e 20 volte il diametro in fase di tiraggio.

DISPOSIZIONE PRESE TERMINALI

La disposizione delle prese dovrà essere fatta nel rispetto del layout dei punti comunicati dal Committente ed in abbinamento alle posizioni delle prese di energia.

DOCUMENTAZIONE FINALE

Al termine della realizzazione dell'impianto la ditta installatrice dovrà fornire copia del collaudo e certificazione della nuova rete informatica secondo lo standard di categoria, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 306-3. Unitamente dovranno essere consegnati gli elaborati di as-built con numerazione delle prese installate e la corrispondenza ai collaudi eseguiti.

Infine, con l'adozione di materiale idoneo e relativa installazione da parte di impresa qualificata autorizzata, sarà rilasciata garanzia ventennale del cablaggio strutturato.

20. QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici di distribuzione sono eseguiti in conformità alle norme CEI EN 61439-1 “*Quadri elettrici parte 1: Regole generali*” e CEI EN 61439-2 “*Quadri elettrici parte 2: Quadri di potenza*”. In generale i quadri sono chiusi entro locali con serratura a chiave oppure dotati di porte di chiusura con serrature od apribili solo mediante utilizzo di attrezzo.

In generale, il quadro deve essere costruito con materiali resistenti alle sollecitazioni meccaniche, elettriche, termiche, di umidità che possono verificarsi nell'ambiente d'installazione. Seguono alcune indicazioni di carattere generale richieste dalla norma:

- i componenti utilizzati devono essere conformi alle relative norme ed installati in accordo con le istruzioni del costruttore: gli apparecchi devono venire sistemati in modo da essere accessibili per il montaggio, cablaggio, manutenzione e sostituzione. Lo spazio per il collegamento deve permettere una corretta connessione dei conduttori esterni,
- rispetto alla temperatura dell'aria ambiente esterna al quadro non devono essere superati i limiti previsti,

- il quadro dev'essere costruito in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalla corrente di corto circuito fino ai valori assegnati,
- i conduttori isolati devono essere adeguati alla tensione d'isolamento del circuito considerato; i conduttori isolati non devono poggiare né su parti nude in tensione aventi potenziale diverso né su spigoli vivi,
- i provvedimenti da adottare contro i contatti diretti possono essere i seguenti:
 - mediante isolamento delle parti attive: le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolante che possa essere rimosso solo mediante la sua distruzione,
 - mediante barriere od involucri: tutte le superfici esterne devono avere grado di protezione non inferiore ad IP2X o IPXXB. Si ricorda, a tal proposito, che la norma CEI 64-8 prevede in generale il grado IPXXB ma prescrive il grado IPXXD per le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano. Se è necessario prevedere la rimozione delle barriere (ad es. apertura del quadro) dev'essere rispettata una delle seguenti prescrizioni:
 - la rimozione o l'apertura deve richiedere l'uso di una chiave o di un attrezzo,
 - tutte le parti attive che possono essere toccate accidentalmente dopo l'apertura della porta devono essere sezionate prima dell'apertura: ad es. con interblocco,
 - dev'essere previsto un secondo ostacolo interno rimovibile solo con uso di chiave od attrezzo ed avente un grado di protezione non inferiore a IP2X.
- la protezione contro i contatti indiretti, intesi come contatto di persone con parti conduttrici durante un cedimento dell'isolamento principale di un circuito possono essere:
 - mediante circuiti di protezione, costituiti da un conduttore di protezione isolato o dalle parti conduttrici della struttura o da entrambi. La continuità dei circuiti di protezione dev'essere assicurata mediante interconnessioni efficaci. Non è necessario collegare al circuito di protezione le parti metalliche non pericolose.
 - senza circuiti di protezione: le misure di protezione possono essere realizzate con la separazione dei circuiti od adottando il doppio isolamento.
 - i tempi d'intervento delle protezioni automatiche sono:
 - 5 sec. nei quadri di distribuzione o per apparecchiature fisse;
 - 0.4 sec. per i quadri per circuiti terminali o per apparecchi mobili.
- descrizioni generali: i quadri elettrici devono essere dimensionati per ospitare ampliamenti di almeno il 30% di apparecchiature interne. Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione del quadro devono essere di tipo incombustibile. Tutti i bulloni e le viti sono in acciaio inossidabile, i bulloni del tipo autobloccante. Tutti i cavi sono montati completi d'ancoraggi e copricorda a pressione; i cavi sono correati di capocorda con ricopertura in nylon e sono posati in canaletta di PVC con coperchio, dimensionata per almeno il 30% in più dello spazio necessario. Sono forniti inoltre i seguenti accessori: n.3 serie (di cui due di riserva) di tutti i fusibili e delle lampade; targhette indicatrici in PVC nero con sfondo bianco, recanti incisa la denominazione dei circuiti; n.1 serie di schemi completi dei circuiti di forza ed ausiliari (da conservarsi in una busta di plastica trasparente appesa vicino al quadro). Devono poi essere fornite n.3 copie dei certificati relativi alle prove eseguite in fabbrica come richiesto dalla Sezione 8 delle norme CEI 17-13/1.

Ogni componente installato dall'elettricista deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI che lo riguardano e deve essere installato nei modi previsti dal costruttore tenendo conto delle condizioni ambientali.

Tutti i quadri elettrici sono provvisti di morsettiera a cui attestare i circuiti in arrivo, e da essa i conduttori di collegamento agli interruttori ed ai dispositivi interni al centralino. Non è prevista la partenza diretta dei conduttori dai morsetti dei dispositivi verso l'esterno del quadro elettrico.

21. CENTRALINI ELETTRICI

Per l'alimentazione di piccole utenze in luoghi ordinari è prevista l'installazione di centralini elettrici rispondenti alla norma CEI 23-51, realizzati in materiale isolante ed autoestinguente (se non diversamente indicato negli elaborati grafici), provvisti di sportello trasparente con chiusura a chiave ed aventi grado minimo di protezione IP40.

Tali centralini sono adatti all'installazione d'interruttori su guida DIN e completi di tutti gli accessori: è onere del costruttore i quadri eseguire, in base alle caratteristiche (marca, modello) dei componenti scelti, le verifiche richieste dalle norme vigenti e fornire n°2 copie degli schemi (di cui uno posto all'interno dell'involucro).

In generale, i quadri elettrici di bassa tensione destinati ad applicazioni domestiche o similari (installazione in luoghi ove opera personale non addestrato), destinati all'uso in c.a. con tensione nominale verso terra non superiore a 300V, aventi corrente totale d'entrata non superiore a 250A e circuiti d'uscita ciascuno con corrente nominale non superiore a 125A sono normati dalla norma CEI 17-113/3, che li definisce ASD. In alternativa a tale norma, nei limiti riportati di seguito, è possibile utilizzare la norma CEI 23-51 "prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare", che risulta semplificata rispetto alla prima citata; essa si applica ai quadri realizzati assemblando involucri vuoti (conformi alla norma CEI 23-49) con corrente nominale in entrata non superiore a 125A trifase o 32A monofase, e con lcc presunta al punto di consegna non superiore a 10 kA. I quadri realizzati in conformità alla CEI 23-51 devono possedere una targa, posta anche dietro l'eventuale portella, riportante il nome o il marchio del costruttore, la tensione nominale di funzionamento, la corrente nominale, la natura e frequenza della corrente, il grado di protezione. L'installatore od il costruttore al termine dei lavori esegue le verifiche richieste e redige una dichiarazione di conformità alla regola d'arte del quadro realizzato: è da considerare un allegato obbligatorio relativo al componente/quadro installato da unire alla dichiarazione di conformità.

I quadri sono installati dove indicato negli elaborati di progetto (o dalla D.L.) e dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili atte a dare all'utente finale informazioni sufficienti per il comando delle apparecchiature.

Tutti i centralini elettrici devono prevedere una morsettiera a cui attestare i circuiti in arrivo, e da essa i conduttori di collegamento agli interruttori ed ai dispositivi interni al centralino. Non è prevista la partenza diretta dei conduttori dai morsetti dei dispositivi verso l'esterno del centralino.

22. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Per la realizzazione dell'impianto elettrico è fondamentale la scelta di cavi e protezioni; la procedura adottata per l'esecuzione di un corretto dimensionamento è stata la seguente:

- calcolo delle correnti d'impiego delle condutture (I_B),
- dimensionamento dei cavi alla corrente di portata, in base alle modalità di posa,
- verifica della caduta di tensione ammissa,
- calcolo delle correnti di corto circuito,
- scelta degli interruttori automatici, in base alla corrente d'impiego ed alla corrente di corto circuito nel punto d'installazione,
- verifiche di compatibilità interruttore / cavo:
 - verifica della protezione contro il corto circuito massimo (confrontando l'energia specifica passante dell'interruttore automatico (I^2t) con l'energia specifica ammissibile dal cavo (K^2S^2);
 - verifica della protezione contro i corto circuiti a fondo linea;
 - verifica della protezione contro i contatti indiretti (confrontando le caratteristiche di intervento del dispositivo di protezione $I_{\Delta n}$ con la corrente di guasto a terra I_d).

La norma generale impianti richiede la protezione dei cavi contro le sovracorrenti, che si distinguono in correnti di sovraccarico (fenomeno in un circuito elettricamente sano) e correnti di corto circuito (fenomeno in un circuito elettricamente non sano). La progettazione è stata eseguita sulla base delle richieste avanzate dalla norma CEI 64-8 a proposito di tali fenomeni:

- **sovraccarichi:** per la protezione contro i sovraccarichi sono state rispettate le condizioni " $I_B \leq I_n \leq I_z$ " " $I_f \leq 1.45 I_z$ ", dove I_B è la corrente d'impiego della conduttura, I_n la corrente nominale o di regolazione del dispositivo di protezione, I_z è la portata in regime permanente della conduttura ed I_f è la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione. Per l'impianto elettrico in oggetto, la seconda delle due disuguaglianze è sempre soddisfatta impiegando interruttori automatici per usi domestici (conformi a CEI 23-3, aventi $I_f = 1.45 I_n$) e per uso industriale (conformi a CEI EN 60947-2, aventi $I_f = 1.3 I_n$).
- **corto circuiti:** nota la I_{cc} nel punto di consegna, la lunghezza e la sezione del cavo, è stato possibile calcolare il valore della I_{cc} in un punto del cavo a valle. La norma richiede la protezione del cavo contro i corto circuiti sia ad inizio linea che a fine linea. I due casi si risolvono come segue:
 - il cavo si considera protetto contro il c.to c.to ad inizio linea se $I^2t \leq K^2S^2$ (dove I^2t è l'energia specifica passante dell'interruttore automatico e K^2S^2 l'energia specifica ammissibile dal cavo),
 - il cavo si considera protetto contro il c.to c.to a fine linea se vi è la presenza di un dispositivo di protezione di tipo termico. Nei circuiti senza protezione termica (perché richiesto, ad es. circuiti di sicurezza) si deve verificare che sia $I_{ccmin} \geq I_m$ (dove I_{ccmin} è il valore della I_{cc} a fondo linea e I_m la corrente d'intervento della protezione magnetica). Quando non è presente la protezione termica occorre calcolare le lunghezze massime protette dei cavi in funzione dei valori di corrente di regolazione magnetica.

In generale gli interruttori automatici devono avere dispositivo di sgancio per ogni polo ed il dispositivo di manovra deve essere ad apertura rapida ed interamente a scatto libero, così che i contatti non possano essere tenuti chiusi durante il cortocircuito. Il comando manuale degli interruttori deve aprire o chiudere simultaneamente tutti i poli di un interruttore multipolare. L'avvenuto intervento di un interruttore automatico deve essere segnalato con la posizione di leva chiaramente su "aperto". All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

23. PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI

Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono previste di due tipi:

- **senza interruzione automatica del circuito:** per mezzo di componenti con isolamento doppio (classe II), separazione elettrica, locali in cui le masse siano collegate tra loro ma non con la terra, locali in cui pavimenti e pareti siano in materiale isolante.
- **con interruzione automatica del circuito:** con tale metodo è necessario che tutte le masse estranee e tutti gli elementi conduttori accessibili siano collegati all'impianto di terra tramite un conduttore di protezione. Inoltre che i tempi d'intervento delle protezioni siano tali da garantire l'incolumità della persona che venga a contatto con una massa accidentalmente sotto tensione; il tempo massimo d'intervento è relazione del sistema di neutro, della tensione nominale tra fase e terra e delle caratteristiche dell'ambiente.

Analizziamo le misure da adottare nel caso d'interruzione automatica del circuito, in base al tipo di sistema di progetto:

- **sistema TN:** impianto nel quale il neutro è collegato direttamente a terra, il conduttore di neutro e di protezione sono comuni (TN-C) o separati (TN-S) e le masse sono collegate al conduttore di protezione. Lo sgancio è obbligatorio al primo guasto d'isolamento, mediante dispositivi contro le sovracorrenti o tramite dispositivi differenziali.

24. OBBLIGHI AMMINISTRATIVI IMPIANTI DI TERRA E PROTEZIONE DAI FULMINI

Il DPR 462/2001 disciplina nel settore elettrico le modalità di denuncia degli impianti di terra, protezione contro le scariche atmosferiche e gli impianti installati all'interno di locali con pericolo di esplosione. Rispetto alla legislazione precedentemente in vigore ha eliminato i termini "denuncia" ed i "modelli A/B/C", sostituendoli con il semplice caricamento della documentazione finale sul portale telematico "CIVA" di INAIL. Per "documentazione finale" sono intese le dichiarazioni di conformità rilasciate dalle imprese installatrici al termine dei lavori.

25. IMPIANTI NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

In questo progetto vengono ritenuti "ambienti a maggiore rischio in caso d'incendio", in quanto soggetti a controllo da parte dei Vigili del Fuoco, i seguenti ambienti:

- fabbricato Forno 14, comprensivo anche di locale gruppo elettrogeno;

Di seguito sono riportate le tipologie degli ambienti e le prescrizioni normative per la realizzazione degli impianti elettrici in essi.

Sezione 751 "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio"

La norma CEI 64-8/7 distingue in 3 gruppi gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

751.03.2 **Tipo A:** Ambienti a maggior rischio d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose.

751.03.3 **Tipo B:** Ambienti a maggior rischio d'incendio in quanto aventi strutture combustibili.

751.03.4 **Tipo C:** Ambienti a maggior rischio d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito, qualora non compresi nell'art 751.03.1.

La sezione 751.03.4 è quella che maggiormente potrebbe trovare applicazione negli ambienti di progetto e, in tale caso, la norma chiede l'adozione delle seguenti misure per gli impianti elettrici:

- impiego di componenti elettrici in numero limitato alle necessità d'uso del locale,
- protezione dai contatti indiretti con impiego di interruttori differenziali ad alta sensibilità,
- posa dei quadri elettrici, dispositivi di controllo, protezione e manovra in ambienti non accessibili al "pubblico" (da intendersi come "non accessibili a persone non autorizzate") o costruiti in modo tale che la loro apertura non sia possibile senza l'impiego di una chiave o di un attrezzo,
- installazione del quadro generale in posizione accessibile, segnalata e protetta dall'incendio,
- posa delle condutture in modalità incassato entro strutture non combustibili, oppure con impiego di conduttori multipolari provvisti di PE, oppure con impiego di conduttori sprovvisti di PE contenuti entro canali metallici senza particolare grado di protezione purché la funzione di PE sia assolta da conduttore (nudo o isolato giallo/verde) indipendente e/o dal canale stesso,
- installazione di un pulsante di sgancio d'emergenza,
- impianto di sicurezza indipendente da ogni altro impianto,
- protezione contro il sovraccarico delle linee da effettuarsi a monte del circuito.

Sigillature EI di attraversamenti elementi REI

Tutti gli attraversamenti di elementi REI (pareti, solai, ecc.) saranno sigillati con barriere tagliafiamma, per ripristinare la resistenza EI dell'elemento attraversato: il riferimento normativo è il paragrafo 527.2 della norma CEI 64-8.

Pertanto, tutti i passaggi vanno sempre sigillati EI con prodotti omologati, rilasciando dichiarazione corretta posa in opera. Possono essere evitate le sigillature interne di tubi e canali di sezione massima pari a 710 mmq, corrispondenti ad un tubo di diametro 32 mm; per tubi e canali con sezione interna superiore a 710 mmq è necessaria anche la sigillatura interna. Di seguito un estratto della norma.

527.2 Barriere tagliafiamma

527.2.1 Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi di edifici, quali pavimenti, muri, tetti, soffitti o pareti, le aperture che restano dopo il passaggio delle condutture devono essere otturate in accordo con l'eventuale grado di resistenza all'incendio prescritto per il rispettivo elemento costruttivo dell'edificio prima dell'attraversamento (Norma ISO 834).

527.2.2 Le condutture, quali tubi protettivi circolari, tubi protettivi non circolari, canali o condotti sbarre, che penetrino in elementi costruttivi aventi una resistenza al fuoco specificata devono essere otturate internamente sino ad ottenere il grado di resistenza all'incendio che aveva l'elemento costruttivo corrispondente prima della penetrazione e devono essere otturate anche esternamente in accordo con quanto richiesto in 527.2.1.

527.2.3 Le prescrizioni degli articoli 527.2.1 e 527.2.2 sono considerate soddisfatte se le otturazioni delle relative condutture sono state sottoposte a prove di tipo.

527.2.4 Non è necessario otturare internamente le condutture che utilizzano tubi protettivi e canali che rispondono alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma previste dalle relative norme di prodotto e che hanno una sezione interna massima di 710 mm² a condizione che:

- il tubo protettivo o canale possiedano il grado di protezione di almeno IP33 in accordo con la Norma CEI 70-1;
e
- se il tubo protettivo o canale penetrano in un ambiente chiuso, anche la sua estremità possieda il grado di protezione IP33.

parte 3: IMPIANTI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO E GAS METANO

26. PREMESSA AGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO E GAS

Il documento illustra gli impianti di rivelazione - allarme incendio, e rivelazione - allarme gas metano, previsti nell'ambito della costruzione del Forno 14 nello stabilimento Zignago Vetro Spa a Fossalta di Portogruaro (VE).

27. RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO

La rivelazione automatica, la segnalazione manuale e l'allarme incendio saranno previsti nelle aree di progetto limitatamente dove richiesto dalle leggi e norme applicabili. In altre aree saranno realizzati degli impianti di rivelazione ed allarme incendio ma, non essendo obbligatori ed essendo chiesti dalla proprietà solo per la tutela del bene economico, essi saranno chiamati "impianti di sorveglianza ed allarme incendio" e non è obbligatoria la loro costruzione in conformità alla norma UNI 9795.

Per chiarire quali aree saranno interessate all'installazione di impianti di rivelazione ed allarme incendio conformi alla norma UNI 9795 e quali, invece, saranno impianti di semplice sorveglianza, viene redatta la tabella seguente.

Edificio	RIVELAZIONE INCENDIO (fumo o calore)	SEGNALAZIONE MANUALE (pulsanti)	ALLARME (dispositivi ottici-acustici)
----------	--	---------------------------------------	---

AREE CON IMPIANTI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO CONFORMI ALLE NORME UNI 9795			
FORNO 14 - area calda		X	X
FORNO 14 - area fredda	X	X	X
FORNO 14 - premagazzino	X	X	X
FORNO 14 - piano ventilatori		X	X
FORNO 14 - cantina e cunicoli (piano interrato)		X	X
FORNO 14 - cabina elettrica 8.B		X	X
FORNO 14 - locali trasformatori boosting cabina 8.B	X		
FORNO 14 - locale servizi (accanto cabina 8B)	X	X	X
FORNO 14 - locale lubrificazione macchine	X	X	X

AREE CON IMPIANTI DI SORVEGLIANZA ED ALLARME INCENDIO <u>NON</u> CONFORMI ALLE NORME UNI 9795			
<i>Trattasi di impianti non obbligatori, previsti per la tutela del bene economico</i>			
FORNO 14 - cabine macchinisti			
FORNO 14 - cabine impianti			
FORNO 14 - cabina elettrica 8.B	X		
FORNO 14 - locali trasformatori ordinari cabina 8.A			
FORNO 14 - locali trasformatori ordinari cabina 8.B			
FORNO 14 - locale gruppo elettrogeno <i>Rivelazione chiesta oltre 2.500 kW</i>	X		
Fabbricato tecnico - locale gruppo elettrogeno <i>Rivelazione chiesta oltre 2.500 kW</i>	X		
Fabbricato tecnico - cabina elettrica 8.A	X		
Fabbricato tecnico - sala pompe a vuoto			
Fabbricato tecnico - sala compressori			
Manutenzioni generali - officina			
Manutenzioni generali - magazzino scorte			
Manutenzioni generali - servizi			

Gli impianti di rivelazione ed allarme incendio, compresa la sorveglianza ed allarme incendio, partiranno dalla centrale esistente tipo Notifier mod. 6000 installata nel laboratorio del Forno 13. La protezione delle persone contro gli incendi, pertanto, è garantita dall'ampliamento dell'impianto analogico indirizzabile esistente.

Laddove l'impianto è richiesto per motivi di prevenzione incendi, esso sarà realizzato in conformità alla norma UNI 9795 edizione 2013.

Per la protezione delle aree d'intervento contro il fuoco si è considerato che la tipologia di materiali presenti ha come effetto la produzione prevalente di fumi opachi: per questo si è usata la tecnologia dei rivelatori ottici, di tipo puntiforme nei piccoli ambienti, di tipo a barriere lineari negli spazi estesi.

Inoltre, sono installati pulsanti manuali posti lungo le vie d'esodo, con posizioni tali che una persona possa raggiungere un dispositivo entro una distanza di 45 m.

Nel rispetto di quanto richiesto dalla Norma UNI 9795, l'impianto è interfacciato all'impianto elettrico per attivare le protezioni quali serrande tagliafuoco sulle eventuali serrande di passaggio aria tra compartimenti differenti, magneti di trattenuta dei portoni tagliafuoco, per spegnere le unità meccaniche di trattamento aria e ventilazione.

La segnalazione dell'allarme avviene con dispositivi ottici/acustici, con dimensionamento della parte acustica secondo le modalità descritte negli elaborati grafici.

L'impianto sarà eseguito con impiego di cavi twistati/schermati con conduttori in rame, guaina colore rosso, posati entro i canali degli impianti speciali nei tratti dorsali, ed in tubazioni metalliche nei tratti terminali.

Al termine dei lavori dovrà essere eseguita nuova programmazione della centrale allarme incendio esistente, con rilascio di Certificato di Collaudo di messa in servizio e corretto funzionamento dell'impianto.

Il Collaudo verrà effettuato in presenza della D.LL. ed accerterà il funzionamento, in simulazione di un evento d'incendio, di tutti i dispositivi di protezione ad esso interfacciati.

Copia del Collaudo sarà parte integrante della dichiarazione di conformità, che comprende gli elaborati di as-built in cui sono numerati i dispositivi installati così come da programmazione in centrale.

Trattandosi di attività soggetta al controllo da parte dei Vigili del Fuoco, dovranno essere consegnati al termine dei lavori tutti i documenti comprovanti l'omologazione EN54 dei componenti utilizzati.

28. RIVELAZIONE ED ALLARME GAS METANO

Gli impianti di processo saranno alimentati anche con gas metano, i cui dati caratteristici sono:

- peso specifico rispetto all'aria: 0,67
- LIE: 4,4% vol
- Temperatura di accensione 537 °C.

Per la presenza di un tale gas inodore, con molteplici punti che rappresentano sorgenti di emissione, si prevede d'installare un impianto di rivelazione ed allarme di gas metano.

In mancanza di una Valutazione del rischio di esplosione per le aree di progetto, che sarà redatta da terze figure nella successiva fase di progetto (esecutiva), e considerato che:

1. quale dato d'ingresso è chiesto di non prevedere alcun azionamento automatico in caso di allarme, ovvero la rilevazione di una fuga di metano non dovrà interrompere in modo automatico l'adduzione del gas agli impianti;
2. una fuga di gas dovrà originare un allarme ottico-acustico in grado da allertare il personale della squadra di sicurezza, che interverrà in base al protocollo aziendale per mettere in sicurezza l'area;
3. come conseguenza del punto precedente, in caso di fuga di gas è probabile lo sviluppo di un'area pericolosa fino a quando il personale non metterà in sicurezza l'area;

si ritiene di prevedere un impianto con componenti adatti all'installazione in zona 1 per la presenza di gas metano.

Le aree in cui si prevede l'installazione di sensori gas metano sono quelle in cui sono presenti rampe gas, apparecchiature con alimentazioni a gas. Tutti i punti sono evidenziati nelle tavole di progetto allegate ed in particolare risulta che la rivelazione è installata nelle aree con presenza di gruppi di riduzione gas per l'alimentazione di macchine di processo.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

Gli impianti di progetto prevedono l'utilizzo della centrale di allarme incendio esistente (Notifier AM6000), con implementazione dei sensori gas mediante schede d'interfaccia 4-20 mA. Si prevede di realizzare dei sistemi di rilevazione fissa puntiforme.

Gli allarmi di gas metano saranno indipendenti e distinti da quelli di allarme incendio; condivideranno esclusivamente la struttura tecnologica (cavi loop e centrali).

Ai fini del posizionamento dei sensori si è tenuto conto del minore peso del metano rispetto all'aria, e quindi non è stato scelto di installare i sensori sotto il soffitto in quanto, a causa dell'altezza di esso, una fuga di gas verrebbe rilevata in ritardo. I sensori saranno quindi posizionati a circa 3 m sopra le sorgenti di emissione, per intercettare immediatamente le fughe di metano.

SENSORI METANO

È previsto l'impiego di sensori di gas per rilevare, in una atmosfera costituita principalmente da aria, la presenza di sostanze combustibili, in concentrazioni esprimibili in % LIE (Limite Inferiore di Esplosività). La tecnologia individuata prevede sensori con elementi Pellistore, dotati di scheda a microprocessore che oltre a gestire il funzionamento del dispositivo è provvisto dei seguenti algoritmi software:

- autodiagnosi del sistema, che verifica costantemente il corretto funzionamento dell'hardware, sensore compreso.
- inseguitore di Zero per il mantenimento del parametro del sensore prescindendo da possibili derive dovute a variazioni termiche o fisiche del sensore stesso.

- filtro digitale che consente di correggere fenomeni transitori che potrebbero causare una instabilità del sistema o errori di lettura con conseguenti falsi allarmi;
- ciclo d'isteresi viene applicato alle uscite digitali associate alle soglie d'allarme e consente l'eliminazione delle continue commutazioni nell'intorno dei punti di soglia.
- watch-dog per il controllo del microprocessore. In caso di intervento la corrente di uscita viene forzata a 0 mA.

È scelto d'installare sensori idonei per Zona "1", in contenitore antideflagrante "EEx-d IIC, IP65".

Di seguito le principali caratteristiche tecniche del dispositivo:

- Elemento sensibile: PELLISTORE NEMOTO - NET PEL
- Testa sensore: Certificata ATEX
- Campo di misura: 0 -100% LIE
- Risoluzione: Uscita analogica 0.1 mA;
- Alimentazione: 12÷24 Vdc - 20% + 15%
- Assorbimento a 12Vcc: circa 150 mA
- Unità di controllo: Microprocessore 10 bit
- Segnalazioni luminose: Led ad intermittenza
- Uscita proporzionale: 4-20 mA (default)
- Procedura di autozero: Compensazione delle derive di zero
- Filtro digitale: medie mobili sui valori acquisiti
- Precisione: $\pm 5\%$ F.S. oppure 10% della lettura
- Tempo preriscaldamento: 5 minuti
- Tempo stabilizzazione: < 1 minuto
- Tempo di risposta: < 30 sec. T50; < 60 sec. T90
- Ripetibilità: $\pm 5\%$ del F.S. oppure 10% della lettura

Il rivelatore dovrà essere installato con l'elemento sensibile (testa di rivelazione) rivolta verso il basso. Il contenitore del rivelatore, per nessuna ragione dovrà essere forato.

Per il collegamento al cavo, la versione EEx di progetto necessita di pressacavo antideflagrante per sigillare l'entrata del cavo.

INTERFACCE SENSORI METANO E PROGRAMMAZIONE CENTRALI

L'interfacciamento dei sensori gas con gli impianti di allarme incendio indirizzati, esistenti, sarà fatto mediante moduli analogici con ingresso 4-20 mA.

Si tratta di moduli a microprocessore, da installare in numero di uno per ciascuno rivelatore. Essi necessitano di alimentazione 24Vcc regolata, che in progetto è prevista in derivazione da nuovi alimentatori. I moduli svolgeranno anche la funzione di alimentare in uscita i sensori, in quanto anch'essi hanno necessità di alimentazione regolata a 24 Vcc.

I moduli di progetto vengono riconosciuti dalla centrale, durante l'auto-programmazione, come sensori ed all'indirizzo possono essere assegnati:

- Una soglia di preallarme (P1) (default P1 = 10 % del fondo scala selezionato)
- Una soglia di preallarme (P2) (default P2 = 20% del fondo scala selezionato)
- Una soglia d'allarme (AL) (default AL = 30% del fondo scala selezionato)
- Equazione CBE che viene attivata quando il valore rilevato dal dispositivo è maggiore di una delle tre soglie.

Ciò premesso, si prevede di programmare le centrali nelle seguenti modalità:

- al raggiungimento della prima soglia (20% LEL) verrà attivato un allarme ottico/acustico in centrale e pannello remoto,
- al raggiungimento della seconda soglia (30% LEL) verranno attivati i dispositivi ottico-acustici di allarme.

MANUTENZIONE PREVENTIVA

Tutti i rivelatori dovranno essere controllati ogni quattro (4) mesi. I risultati delle prove dovranno essere registrati su di un apposito Registro da esibire alle autorità competenti in occasione di un'eventuale verifica.

Nel caso in cui siano presenti inquinanti nell'ambiente in grado di alterare le caratteristiche originali dei sensori, le operazioni di manutenzione dovranno essere effettuate con maggior frequenza.

29. RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Di seguito vengono citate le principali Leggi e Norme applicabili al contesto di progetto. Vengono citate solo le norme afferenti agli impianti di rivelazione ed allarme incendio e gas, mentre per le altre di carattere generale ed elettrico si rimanda alla lettura dei primi paragrafi del documento.

- CEI EN 50402 (2017-11) Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible or toxic gases or vapours or of oxygen - Requirements on the functional safety of gas detection systems This European Standard is applicable to detection and measurement apparatus and systems for flammable or toxic gases or vapours or oxygen. It covers apparatus intended to measure reliably, gas ...
- CEI 31-33 (CEI EN 60079-14): Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
- CEI 31-34 (CEI EN 60079-17): Atmosfere esplosive - Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici
- CEI 31-87 (CEI EN 60079-10-1): Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas

- CEI 31-108: (2015-04) Atmosfere esplosive. Guida alla progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici in applicazione della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)
- Guida CEI 31-35: Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas. Nonostante sia un documento abrogato, in mancanza di pubblicazione sostitutiva da parte del CEI esso si ritiene ancora valido. Infatti, alla luce delle modifiche introdotte dalla norma CEI 31-87 (2016), le formule e le procedure operative contenute nella guida CEI 31-35 possono annoverarsi tra le "best practices" utilizzabili per applicare la norma CEI 31-87.
- UNI 9795: (2013) Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio. Progettazione, installazione ed esercizio.
- BS EN 60079-29-2: (2015) Explosive Atmospheres. Gas Detectors, Selection, Installation, Use and Maintenance Of Detectors For Flammable Gases and Oxygen.
(2015) Atmosfere esplosive, rivelatori di gas, selezione, installazione, uso e manutenzione dei rivelatori per gas infiammabili e di ossigeno.
- D.Lgs n.85 del 19/05/2016: Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.

30. DISTRIBUZIONE: TUBI E CAVI

La posa dei cavi sarà eseguita in conformità alle prescrizioni del D.Lgs n.106 del 16/06/2017 *"Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE"*.

I cavi in posa fissa da utilizzare all'interno degli edifici devono essere tipo "C_{ca}-s3.d1,a3" mentre quelli dei circuiti connessi al sistema di allarme incendio e rivelazione gas metano dovranno essere resistenti al fuoco minimo PH 30 in aderenza alla norma CEI EN 50200, tensione isolamento almeno 100/100V, marcati UNI 9795.

parte 4: GRUPPI ELETTROGENI

31. PREMESSA ALL'INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI

Il documento illustra l'installazione di n°2 gruppi elettrogeni nell'ambito dell'intervento di costruzione del forno 14, presso lo stabilimento Zignago Vetro Spa a Fossalta di Portogruaro (VE). I gruppi elettrogeni avranno potenza massima pari a 1250 kVA (1.100 kW) e sono previsti nelle seguenti posizioni:

- fabbricato tecnico compressori, in locale confinante con la cabina 8.A;
- fabbricato forno 14, in locale confinante con la cabina 8.B.

I gruppi elettrogeni svolgeranno servizio di emergenza: non è previsto il funzionamento in parallelo alla rete del distributore né essi svolgeranno alimentazione di impianti di sicurezza.

La potenza di ciascuno di essi superando il valore di 25 kW, pertanto la loro installazione dovrà rispettare la specifica regola tecnica antincendio D.M. 13/07/2011.

Inoltre, per la potenza superiore a 200 kW, essi dovranno essere denunciati all'Agenzia delle Dogane per ottenere l'autorizzazione a produrre energia elettrica (licenza di officina) e pagare le imposte sull'energia elettrica prodotta.

SCARICO DEI FUMI

Ai fini dell'emissione in atmosfera di gas combusti dovrà essere comunicato alla Provincia che il singolo gruppo elettrogeno è stato installato nel rispetto delle norme di sicurezza ed ambientali. Per un gruppo elettrogeno che svolge solo servizio di emergenza sarà sufficiente una semplice comunicazione ordinaria.

Il camino di scarico dovrà essere dimensionato dal fornitore del gruppo, in base ai dati di targa della macchina che verrà fornita. Il tubo di scarico dovrà garantire una bassa resistenza ai gas combusti, ottenibile mediante tubi di lunghezza limitata, diametro minimo almeno equivalente a quello del collettore di scarico del motore, ed un numero ridotto di curve. Il dimensionamento del tubo dovrà tenere conto della contropressione interna generata dal silenziatore (marmitta).

Ai fini della prevenzione incendi, la tubazione di scarico all'interno del locale dovrà essere protetta con materiali coibenti, garantire la protezione delle persone da contatti accidentali, possedere materiali d'isolamento termico (se previsti) di classe A1L di reazione al fuoco.

Lo scarico dei gas combusti avverrà direttamente all'esterno: in progetto è previsto di elevare il camino 1 m oltre la copertura, assicurando la distanza di almeno 3 m dal pavimento e superiore a 1.5 m da porte, finestre ed altre aperture praticabili.

La quota di 1 m oltre alla copertura, non obbligatoria, è stata assunta per "buona pratica" in base al DPR 1391/70, relativo alle canne fumarie degli impianti termici, che richiede l'elevazione della canna fumaria oltre la più alta apertura abitata.

Il camino dovrà essere dotato di protezioni contro l'ingresso di pioggia.

BASAMENTO PER IL GRUPPO ELETTROGENO

Il gruppo elettrogeno dovrà essere montato su plinto di fondazione di dimensioni e caratteristiche adeguate a peso e dimensioni. Il fissaggio dovrà comprendere giunti antivibranti. Non rientra nel progetto impiantistico il dimensionamento del basamento.

32. NOTE DI PREVENZIONE INCENDI SUI GRUPPI ELETTROGENI

Ciascuno dei due gruppi elettrogeni di progetto:

1. ha potenza fino a 1100 kW, pertanto costituisce attività di prevenzione incendi.
2. è alimentato da carburante di categoria "C" (gasolio), con temperatura di infiammabilità compresa tra 65÷125 °C.

Ai fini delle considerazioni sulla posizione e costruzione del locale per il gruppo elettrogeno, non si tiene conto dell'altezza di gronda pari a 24 m in quanto è un parametro non applicabile; infatti non vi sono piani "abitabili" oltre quella altezza ma solo la copertura dell'edificio. Pertanto, è concesso, ed è previsto in progetto di installare serbatoi di servizio di capacità superiore a 120 dm³ entro il locale gruppo elettrogeno.

Il serbatoio interno al locale dovrà essere costruito in conformità alle prescrizioni del D.M. 13.07.2011.

Per la capacità superiore a 120 dm³, il serbatoio di servizio dovrà essere fornito con valvola limitatrice di carico al 90%.

Per il tipo di combustibile di progetto (gasolio) è previsto un serbatoio di deposito esterno, interrato, di capacità complessiva pari a 7000 litri, condiviso da entrambi i gruppi elettrogeni. Il serbatoio è previsto a doppia camera; esso dovrà essere realizzato e posato in conformità al D.M. 28.04.2005.

Poiché la quota di posa del serbatoio è inferiore a quella dei gruppi elettrogeni, è prevista (ed è sufficiente) una tubazione di ritorno del troppo pieno, priva di valvole o saracinesche.

Il sistema di rabbocco dovrà essere completo di organi di sicurezza che intervengono automaticamente quando il livello del carburante nel serbatoio interno al locale supera il massimo consentito, in modo da:

- intercettare il carburante

- arrestare le pompe di alimentazione
- attivare un allarme ottico-acustico. Tale dispositivo non viene installato, in quanto sostituito con tubazione di ritorno al serbatoio di deposito esterno, interrato. La tubazione di ritorno dovrà essere priva di valvole ed impedimenti.

All'esterno del locale è previsto un dispositivo di intercettazione manuale che interrompe l'adduzione (valvola a strappo).

Il serbatoio di deposito dovrà possedere un dispositivo che interrompe il caricamento al raggiungimento del 90% della capacità. Inoltre, esso dovrà essere previsto di tubazione di sfiato, per consentire l'entrata dell'aria durante lo svuotamento e lo scarico dei vapori durante il riempimento. La bocca di uscita del tubo di sfiato dovrà essere posta ad almeno 2.5 m dal piano di calpestio, lontano almeno 1.5 m da porte e finestre, avere diametro interno pari ad almeno la metà di quello del tubo di riempimento, con un minimo di 25 mm.

Il serbatoio dovrà essere interrato ad una profondità tale da non essere soggetto a danneggiamenti. Una quota di 70 cm sotto il piano di calpestio è considerata, in generale, sufficiente ad evitare danneggiamenti.

Per quanto riguarda la costruzione del locale, si elencano le seguenti caratteristiche:

- L'altezza del locale gruppo elettrogeno deve essere superiore a 2.5 m, mentre le dimensioni laterali devono permettere la manutenzione della macchina: i requisiti sono rispettati, fare riferimento al progetto edile per le esatte dimensioni.
- La resistenza al fuoco di pavimento, soffitto e pareti deve essere REI – EI 120, ad esclusione delle pareti attestata verso l'esterno che devono possedere solo grado R 120: i requisiti sono rispettati nel progetto edile.
- Con riferimento all'attestazione di pareti su spazio scoperto, il locale presenta n°2 pareti verso l'esterno, rispettando così il requisito minimo di possedere pareti su spazio scoperto per almeno il 15% del perimetro del locale.
- L'accesso al locale gruppo elettrogeno avviene dall'esterno, da spazio scoperto.
- La ventilazione del locale dovrà essere non inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale, con un minimo di 12,5 cm² per ogni kW di potenza elettrica installata, per i gruppi elettrogeni di potenza superiore a 400 kW. Pertanto, detta "S" la superficie di ciascuno dei locali dei gruppi elettrogeni (identiche dimensioni di 41,6 m²), "Sv" la superficie di ventilazione, il valore minimo accettabile dovrà soddisfare le due condizioni seguenti:

$$Sv = 12,5 \times p = 12,5 \times 1.100 = 13,750 \text{ cmq} = 1,375 \text{ m}^2$$

$$Sv > 1/30 \times S = 1/30 \times 41,6 \text{ mq} = 1,38 \text{ mq}$$

Le aperture di ventilazione nel locale sono due. Escludendo quella relativa alla presa dell'aria comburente per il motore, la apertura rimanente ha superficie pari a 3,50x3=10,5 mq: è un valore di molto superiore alle condizioni richieste dalle prescrizioni applicabili. La normativa vigente è quindi rispettata.

MEZZI DI ESTINZIONE INCENDIO

In ciascun locale gruppo elettrogeno devono essere previsti, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, estintori portatili omologati. Poiché la potenza del singolo gruppo elettrogeno è superiore a 800 kW devono essere previsti:

- un estintore,
- un estintore carrellato a polvere con capacità estinguente pari a A-B1-C.

33. NOTE SULLA VENTILAZIONE DEI LOCALI DEI GRUPPI ELETTROGENI

Per il buon rendimento del motore, l'aria di combustione dev'essere filtrata (filtro a carico del fornitore della macchina) e non superiore alla temperatura di 45°C.

Detta "P" la potenza del gruppo elettrogeno di progetto, pari a 1100 kW, la portata d'aria complessiva "Gv" per il buon funzionamento del gruppo elettrogeno dovrà essere, a favore della sicurezza, pari a:

$$Gv = Gc + Gd + Gg = (0,003 \times P) + (0,019 \times P) + (0,005 \times P) = 3,3 + 20,9 + 5,5 = 29,7 \text{ m}^3$$

dove:

Gc = portata d'aria necessaria per la combustione

Gd = portata d'aria necessaria a raffreddare il motore

Gg = portata d'aria necessaria a raffreddare l'alternatore

Considerata una velocità dell'aria "accettabile" v=5 m/s, la buona ventilazione del locale si ottiene con due aperture di ventilazione (entrata + uscita dell'aria) di dimensione ciascuna pari a:

$$A = Gv / v = 29,7 / 5 = 5,94 \text{ m}^2$$

Tale valore è superiore al minimo di 1,25 mq chiesto per soddisfare le prescrizioni di prevenzione incendi.

In progetto sono previste due aperture di ventilazione. Escludendo quella necessaria ad aerare il locale, viene presa in considerazione solo l'apertura di presa diretta dell'aria comburente, di dimensione pari a 2,50x3 m= 7,50 m².

Su tale apertura si consiglia l'adozione di sistemi di protezione (griglie) che riducono la superficie netta delle aperture di non più del 20%, al fine di mantenere la ventilazione "A" ad un valore non inferiore a 7,50 – 20% = 6 m² (superiore a 5,94 m²)

34. IMPIANTI ELETTRICI NEI LOCALI DEI GRUPPI ELETTROGENI

I gruppi elettrogeni sono previsti collegati all'impianto di terra. Il sistema realizzato è di tipo TN-S.

Ai fini dei rapporti con il distributore, dovrà essere comunicato ad esso che i gruppi elettrogeni sono stati installati con i dispositivi necessari ad evitare il funzionamento in parallelo alla rete, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 0-16.

ARRESTO DI EMERGENZA

È prevista l'installazione di un comando di arresto di emergenza, mediante pulsante di sgancio a lancio di corrente posto in posizione protetta all'esterno del locale, ed opportunamente segnalata. Il pulsante dovrà duplicare le funzioni del comando di arresto a bordo del gruppo elettrogeno e, pertanto, il suo funzionamento dovrà:

- arrestare il gruppo elettrogeno
- fermare le pompe di circolazione del carburante
- mettere fuori tensione i circuiti ausiliari

Inoltre, in più il pulsante esterno dovrà mettere fuori servizio i circuiti elettrici di servizio al locale, intesi come luce e prese.

RILEVAZIONE INCENDIO

Anche se non richiesto per locali con gruppi di elettrogeni di potenza inferiore a 2.500 kW, nel locale è previsto un sensore di temperatura collegato all'impianto di rilevazione ed allarme incendio.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE "ATEX"

Considerata la tipologia del combustibile impiegato, corrispondente a liquido con temperatura d'inflammabilità superiore a 55°C, è stata accertata l'insussistenza di pericolo di formazione di atmosfere esplosive. Pertanto, si dichiara l'assenza di pericolo di esplosione.

RISPONDERA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Di seguito vengono citate le principali Leggi e Norme applicabili al contesto di progetto. Vengono citate solo le norme afferenti agli impianti di rivelazione ed allarme incendio e gas, mentre per le altre di carattere generale ed elettrico si rimanda alla lettura dei primi paragrafi del documento.

- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010 n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010 n.122.
- D.M. 7 agosto 2012: Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.
- D.M. 13 luglio 2011: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.
- DM 28 aprile 2005: Deposito di combustibile liquido
Nonostante sia un documento abrogato, in mancanza di pubblicazione sostitutiva da parte del CEI esso si ritiene ancora valido. Infatti, alla luce delle modifiche introdotte dalla norma CEI 31-87 (2016), le formule e le procedure operative contenute nella guida CEI 31-35 possono annoverarsi tra le "best practices" utilizzabili per applicare la norma CEI 31-87.

parte 5: SGANCI DI EMERGENZA

35. PULSANTI DI SGANCIO DI EMERGENZA

Lo stabilimento Zignago Vetro Spa costituisce un'attività soggetta a controllo da parte dei Vigili del Fuoco; è pertanto necessaria la presenza di un dispositivo di sezionamento degli impianti elettrici, per mettere fuori tensione l'energia nei casi di emergenza. Tale obbligo è assolto dalla presenza, presso la cabina elettrica primaria "0", di pulsanti di sgancio a lancio di corrente: in caso di emergenza sarà possibile togliere tensione agli impianti azionando tali pulsanti.

Non è quindi richiesto, nei fabbricati di nuova realizzazione compresi in questo progetto, l'installazione di ulteriori pulsanti per il distacco di emergenza degli impianti elettrici, a meno dei pulsanti obbligatori

- presso i gruppi elettrogeni, di cui è stato scritto nella sezione precedente;
- degli eventuali pulsanti per il distacco dei gruppi di continuità, laddove previsti.

Ciò premesso, nella successiva fase di progetto verranno comunque previsti dei pulsanti di sgancio ulteriori per la messa fuori servizio dei singoli fabbricati che la proprietà vorrà escludere, con la finalità di garantire una selettività d'intervento e ridurre il danno economico conseguente all'apertura degli impianti dell'intero stabilimento, anche in quei fabbricati non coinvolti nella situazione di emergenza.

CARATTERISTICHE DEGLI SGANCI

I pulsanti di sgancio saranno del tipo classico in custodia rossa con vetro frangibile, con funzionamento a lancio di corrente. Viene evitata l'adozione di sistemi a minima tensione per privilegiare la continuità di servizio, in quanto tale tecnologia è sensibile anche alle micro-interruzioni di tensione.

I circuiti a lancio di corrente saranno realizzati in cavi tipo FG18OM16 resistenti al fuoco, per garantire il funzionamento anche sotto l'azione del fuoco. Una spia colore verde su ciascun pulsante segnerà in modo continuo l'integrità del circuito a lancio di corrente.

Lo sgancio di un impianto comporterà l'apertura dell'interruttore automatico asservito; il ripristino potrà avvenire solo in modalità manuale, per evitare che il ritorno automatico della tensione sia fonte di situazioni di pericolo.

La fornitura e posa in opera dei pulsanti sarà comprensiva di etichette adesive, in formato leggibile ed indelebile, per l'indicazione del servizio svolto da ciascun componente (pulsante e spie), e piante plastificate in formato A4 / A3 applicata a parete in prossimità del pannello per dare chiare indicazioni di quali sono le aree che vengono sganciate.

parte 6: PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

36. VALUTAZIONE DELLA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Il documento è la valutazione del rischio di fulminazione dei nuovi fabbricati dello stabilimento ZIGNAGO VETRO SpA a Fossalta di Portogruaro (VE), località Villanova, previsti nell'ambito della costruzione del Forno 14.

La valutazione è svolta in conformità alla norma EN 62305-2 (CEI 81/10-2) per i rischi:

- R1: perdita di vite umane.

La valutazione del rischio "R4" relativo alle perdite economiche è stata espressamente esclusa contrattualmente.

AREA E FABBRICATI OGGETTO DELLA VALUTAZIONE

Lo stabilimento ZIGNAGO VETRO SpA realizza lavorazione e trasformazione del vetro, partendo dalle materie finite fino al prodotto finito, confezionato e stoccato per la spedizione. I fabbricati oggetto della presente valutazione sono i seguenti:

- 1) Forno 14
- 2) Fabbricato manutenzioni generali
- 3) Fabbricato tecnico compressori, sale pompe a vuoto, cabina 8.A

I fabbricati "manutenzioni generali" e "tecnico" sono distinti ed indipendenti: è possibile la loro valutazione come STRUTTURE indipendenti.

Discorso differente invece è da fare per il fabbricato "Forno 14": esso sarà l'ampliamento del "Forno 13" e, in mancanza di una separazione REI 120 con il forno esistente F13, dovrà essere valutato come un'unica Struttura soggetta a fulminazione.

La separazione del Forno 14 con il magazzino "G" esistente, mediante costruzione di una parete divisoria REI 120, permetterà di tenere separate le due strutture.

Allo stesso modo, la separazione del Forno 13 con il magazzino "A" esistente, mediante una parete divisoria REI 120 esistente, permetterà di tenere separate le due strutture in fase di calcolo.

LOCALIZZAZIONE E FULMINAZIONE ANNUA

Le coordinate del luogo oggetto di valutazione sono:

- Latitudine: 45.768978
- Longitudine: 12.901940

Il valore caratteristico di fulminazione corrispondente al luogo in cui sorge la struttura oggetto di valutazione è stato desunto dal software di mappatura reso disponibile da TNE Srl, il cui database dei valori è redatto in conformità alla norma CEI 81-30. Il valore "Ng" per le coordinate in esame vale:

- Ng = 7,71 fulmini anno / km².

CONTESTO E DATI DI INPUT

La valutazione è svolta assumendo i seguenti dati: alcuni sono "peggiorativi" a favore della sicurezza.

- AMBIENTE: rurale;
- POSIZIONE: isolata;
- RISCHIO INCENDIO: variabile in relazione alla destinazione d'uso (*vedere paragrafo successivo*);
- RISCHIO ESPLOSIONE: variabile in relazione alla destinazione d'uso (*vedere paragrafo successivo*);
- PROTEZIONI ANTINCENDIO: automatiche. Tale opzione è valida in considerazione della presenza di una squadra interna antincendio, capace di intervenire entro 10 minuti dalla segnalazione dell'incendio;
- DIMENSIONI STRUTTURE: parallelepipedi di volumi tali da contenere le Strutture oggetto di valutazione;
- ALIMENTAZIONE ELETTRICA: la distanza delle linee elettriche che collegano le Strutture viene assunta pari a 400 m come da indicazioni della Guida CEI 81-29 (*vedere paragrafo successivo*).
- TELEFONIA: escluse perché distribuite mediante cavi in fibra ottica, senza cavi in rame.
- SPD: presenti di tipo 2 sui quadri generali di arrivo nei fabbricati (*vedere paragrafo successivo*).
- PROTEZIONI CONTRO LE TENSIONI DI PASSO: assenti;
- TEMPO di permanenza annua delle persone nella Struttura: variabile (*vedere paragrafo successivo*).

RISCHIO D'INCENDIO

Il rischio d'incendio è considerato "ridotto" per i fabbricati in esame.

Significa che viene considerata la presenza di un carico d'incendio inferiore a 400 MJ/ m².

RISCHIO D'ESPLOSIONE

La norma CEI EN 62305-2 considera luoghi con pericolo di esplosione le strutture contenenti:

- luoghi di classe 0 (lavorazione e/o deposito di materiale esplosivo),
oppure:

- contenenti zone 0, 1, 2 (gas) oppure 20, 21, 22 (polveri).

Ai fini della valutazione del rischio, secondo la norma CEI EN 62305-2, la presenza di zone con pericolo di esplosione può essere trascurata se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno;
- il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la norma CEI EN 60079-10 e/o la norma CEI EN 60079-10-2;
- la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose.

NOTA 1

Per le zone pericolose protette da contenitori metallici (silo, serbatoi, ecc.), la condizione c) è soddisfatta se il contenitore, considerato quale organo di captazione naturale, impedisce perforazioni o problemi di punto caldo e gli impianti interni al contenitore, se presenti, sono protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose.

NOTA 2

Il Comitato tecnico CT 81 del CEI ha fornito il seguente chiarimento (Luglio 2013).

La condizione c) si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di strutture:

- *protette con LPS;*
- *con struttura portante metallica;*
- *in c.a. con ferri d'armatura continui;*
- *in c.a. gettato in opera;*

purché gli organi di captazione naturale, impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose".

In fase di analisi del rischio, dunque, è possibile trascurare il pericolo di esplosione in numerosi casi.

Infatti, per evitare che il fulmine possa colpire direttamente la zona pericolosa, non è richiesto un LPS naturale conforme alla norma CEI EN 62305-3, ma è sufficiente che la struttura abbia uno "scheletro" metallico.

Lo "scheletro" metallico può avere forma qualsiasi ed essere anche ricoperto di materiale isolante.

Inoltre, non è richiesto un numero minimo di elementi verticali che svolgano la funzione di calata o prescritte eventuali interdistanze minime tra gli elementi stessi.

Tutto ciò premesso, in virtù del chiarimento del Luglio 2013 del Comitato tecnico CT 81, la presenza di zone pericolose interne ai fabbricati possono essere escluse se i fabbricati hanno struttura metallica.

In progetto presentano aree con pericolo di esplosione, per la presenza di gas metano nel ciclo produttivo, i seguenti fabbricati:

- fabbricato n°14 Produzione / Forno.

Di seguito il riepilogo dei dati del rischio d'esplosione impiegati nelle valutazioni.

Nr	STRUTTURA	ZONE CON PERICOLO ESPLOSIONE	NOTE
1	Forno 14	PRESENTI	Pericolo d'esplosione trascurabile in virtù del chiarimento del Luglio 2013 da parte del Comitato tecnico CT81
2	Fabbricato manutenzioni generali	ASSENTI	
3	Fabbricato tecnico compressori	ASSENTI	

ALIMENTAZIONI ELETTRICHE E "SPD"

Tutti i fabbricati oggetto di valutazione del rischio di fulminazione sono alimentati da tre sorgenti elettriche distinte:

- sorgente NORMALE,
- sorgente PREFERENZIALE (da gruppo elettrogeno),
- sorgente CONTINUITA' (da gruppo di continuità).

Ciascuna sorgente è alimentata mediante linea in cavo in rame posato in cavidotti interrati, con partenza dalla cabina di trasformazione più vicina (cabine 8). Le lunghezze delle linee dalle cabine ai quadri di fabbricati sono variabili, fino a qualche centinaio di metri: è stata approssimata in eccesso una lunghezza unificata di 400 m.

In accordo al progetto elettrico, ciascuna sezione possiede sul punto d'ingresso all'edificio SPD di tipo 2.

Di seguito il riepilogo dei dati delle linee elettriche impiegati nelle valutazioni.

Nr	STRUTTURA	LINEA ELETTRICA	TRASFORMATORE INIZIO LINEA	SPD
1	Forno 14	Canale	SI	Tipo 2
2	Fabbricato manutenzioni generali	Interrata, 400 m	SI	Tipo 2
3	Fabbricato tecnico compressori	Interrata, 400 m	SI	Tipo 2

TEMPO DI PERMANENZA

Il rischio "R1" di perdita delle vite umane per la fulminazione è correlato anche alla permanenza annua (espressa in ore) delle persone nelle strutture.

Di seguito il riepilogo dei dati di permanenza annua delle persone, nelle strutture, impiegati nelle valutazioni.

Nr	STRUTTURA	TEMPO DI PERMANENZA ANNUA [ore]
1	Forno 14	8760
2	Fabbricato manutenzioni generali	3000
3	Fabbricato tecnico compressori	2.000

DIMENSIONI STRUTTURE

Di seguito il riepilogo delle dimensioni delle strutture impiegate nelle valutazioni. Il forno 14 ha dimensioni notevoli in quanto, ai fini della valutazione ed in assenza di una compartimentazione REI 120, ingloba il forno 13.

Nr	STRUTTURA	LUNGHEZZA [m]	LARGHEZZA [m]	ALTEZZA [m]
1	Forno 14	250	150	25
2	Fabbricato manutenzioni generali	35	30	10
3	Fabbricato tecnico compressori	60	20	10

TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO

Il rischio "R1" di perdita delle vite umane per la fulminazione è correlato anche alla tipologia di struttura del fabbricato: una struttura metallica, che realizza un LPS naturale, può essere causa di danno alle persone in occasione di fulmini diretti sulla struttura. La causa è la corrente di fulmine che scorre attraverso la struttura metallica (pilastri metallici), i quali potrebbero essere a portata di mano delle persone.

Tale rischio si presenta per i fabbricati con struttura metallica presenti tra i fabbricati oggetto di valutazione:

- Fabbricato globale forni F13-F14.

Il pericolo dovuto alle tensioni di contatto e di passo (efficaci solo se l'edificio è dotato di LPS, intenzionale o naturale, conforme alla norma CEI EN 62305-3) può essere ridotto mediante appropriate misure di protezione quali:

- cartelli monitori,
- equipotenzializzazione del suolo con una fitta rete metallica,
- isolamento elettrico parti pericolose accessibili (ad esempio le calate) con rivestimento PVC spessore almeno 3 mm,
- recinzioni e barriere di protezione.

Le tensioni di contatto e di passo non sono considerate pericolose, pertanto è trascurabile la componente di rischio "Ra", se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- i ferri d'armatura del cemento armato o le parti metalliche della struttura sono usati come calate naturali e il loro numero non è inferiore a 10;
- la struttura è dotata di un LPS con almeno 10 calate;
- in condizioni di normale funzionamento non vi è presenza di persone, entro 3 m dalle calate dell'LPS;
- la resistenza di terra di un elettrodo di 400 cm² premuto al suolo con forza di 500 N non è inferiore a 100 kΩ;
- il suolo è ricoperto con uno strato di 5 cm di asfalto o 15 cm di ghiaia.

Ciò premesso, considerato che i fabbricati metallici oggetto di valutazione hanno dimensioni tali da avere un numero di calate naturali (colonne) non inferiore a 10, il rischio dovuto alle tensioni di contatto e di passo sono trascurabili.

Di seguito il riepilogo dei dati del rischio delle tensioni di contatto e di passo impiegati nelle valutazioni.

Nr	STRUTTURA	STRUTTURA METALLICA	RISCHIO TENSIONI
1	Forni F13-F14	SI, CALATE ≥ 10	TRASCURABILE
2	Fabbricato manutenzioni generali	-	-
3	Fabbricato tecnico compressori	-	-

37. NORME E LEGGI PER LA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

L'obbligo di eseguire la valutazione è dovuta al D.Lgs. 81/08 (Art. 29: Modalità di effettuazione della valutazione dei rischi) che impone al datore di lavoro la valutazione dei rischi, ed in merito alla protezione dai fulmini l'art. 84 del D.Lgs. 81/08 specifica che "Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica".

Ulteriore obbligo è dettato dalla norma CEI 64-8 che all'art. 443.1 tratta la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica trasmesse da un sistema di alimentazione elettrico, e dice *"Devono essere prese in considerazione le sovratensioni che possono apparire all'origine dell'impianto"*, aggiungendo che la protezione dev'essere valutata e realizzata in conformità alla norma EN 62305 (CEI 81-10).

Si citano a seguire le principali norme e leggi che regolano l'aspetto della protezione contro i fulmini, restando inteso che sono valide tutte le ulteriori non citate ma comunque applicabili.

IMPIANTI DI TERRA

- DPR n°462 del 22/10/2001 regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI E SOVRATENSIONI

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/4 (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)

REGOLA DELL'ARTE, MATERIALI, DISPOSIZIONI INSTALLAZIONE

- DM 37 del 22/1/08: regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della Legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici, entrata in vigore il 27 marzo 2008. Nella stessa data sono abrogati (ai sensi dell'art. 3, comma 1, del decreto 28/12/06 n. 300, convertito con modifiche dalla legge 26/2/07 n.17): a) gli articoli da 107 a 121 del DPR 380/01; b) il DPR 447/91; c) la L.46/90 eccezione articoli 8 (Finanziamento dell'attività di normazione tecnica), art. 14 (Verifiche), art. 16 (Sanzioni).

38. ALLEGATI VALUTAZIONE PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Nelle pagine successive sono allegate le Valutazioni del rischio dei differenti fabbricati.

Struttura n°1 fabbricato FORNI 13-14

La presente è la valutazione della protezione contro i fulmini del fabbricato "Forno 14", che costituirà ampliamento del fabbricato esistente "Forno 13": in mancanza di una separazione REI 120 tra i due fabbricati essi devono essere valutati come un'unica Struttura soggetta a fulminazione.

La separazione del Forno 14 con il magazzino "G" esistente, mediante costruzione di una parete divisoria REI 120, permette di tenere separate le due strutture in fase di valutazione.

Allo stesso modo, la separazione del Forno 13 con il magazzino "A" esistente, mediante una parete divisoria REI 120 esistente, permette di tenere separate le due strutture in fase di valutazione.

La dimensione della struttura valutata è la "somma" dei fabbricati forno 13 e 14: è stato preso a riferimento un parallelepipedo contenente entrambi i fabbricati, di dimensione 250x150x25 m.

ANTICIPAZIONE DEL RISULTATO

La valutazione dei fulmini per il rischio "1" ha messo in evidenza la criticità della protezione per le persone, a causa della dimensione della struttura. La mancata protezione è stata risolta considerando:

- la presenza di una squadra antincendio, interna all'azienda, capace di intervenire entro 10 minuti dalla segnalazione dell'incendio;
- l'installazione di scaricatori di sovratensione sulle linee entranti;
- l'installazione di scaricatori di sovratensione sulle linee (loop) di rivelazione incendio, al fine di poter considerare l'impianto esistente di rivelazione incendi come un impianto automatico antincendio.

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta A_d
 - Grafico area di raccolta A_m

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 81-10/1 (EN 62305-1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/4 (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 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.

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 (vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_t = 7,71 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

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: industriale

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a perdita di vite umane.

In accordo con la norma CEI EN 62305-2, per valutare la protezione contro il fulmine dev'essere calcolato il rischio "R1".

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.

L'edificio ha struttura portante metallica con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Alimentazione RETE
- Linea di energia: Alimentazione PREFERENZIALE
- Linea di energia: Alimentazione CONTINUITA'

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 e la presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: FORNI F13-F14

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 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.

RA: 8,94E-06

RB: 7,15E-07

RU(Linee elettriche sezione RETE): 1,25E-08

RV(Linee elettriche sezione RETE): 1,00E-09

RU(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 1,25E-08

RV(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 1,00E-09

RU(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 1,25E-08

RV(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 1,00E-09

Totale: 9,70E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,70E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$.

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo è inferiore a quello tollerato, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria ai fini della riduzione del rischio.

È richiesta, in accordo con la guida CEI 81-29, la protezione contro le sovratensioni per garantire la funzionalità degli impianti.

Data 20/07/2020

Timbro e firma del professionista



9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 7,71

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Alimentazione RETE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) L = 400

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Alimentazione PREFERENZIALE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) L = 400

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Alimentazione CONTINUITA'

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) L = 400

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: FORNI F13-F14

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ($r_t = 0,001$)

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

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

Protezioni antincendio: automatiche ($r_p = 0,2$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Linee elettriche sezione RETE

Alimentato dalla linea Alimentazione RETE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE

Alimentato dalla linea Alimentazione PREFERENZIALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: Linee elettriche sezione CONTINUITA'

Alimentato dalla linea Alimentazione CONTINUITA'

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: FORNI F13-F14

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 8760

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,00E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 8,00E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: FORNI F13-F14

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: FORNI F13-F14

Linea: Alimentazione RETE

Circuito: Linee elettriche sezione RETE

FS Totale: 2,8073

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: FORNI F13-F14

Linea: Alimentazione PREFERENZIALE
Circuito: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE
FS Totale: 2,8073
Frequenza di danno tollerabile: 0,1
Circuito protetto: NO

Impianto interno 3
Zona: FORNI F13-F14
Linea: Alimentazione CONTINUITA'
Circuito: Linee elettriche sezione CONTINUITA'
FS Totale: 2,8073
Frequenza di danno tollerabile: 0,1
Circuito protetto: NO

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = $1,16E-01 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $7,23E-01 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $8,94E-01$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $5,57E+00$

Linee elettriche

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

Alimentazione RETE
AL = $0,016000 \text{ km}^2$
AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Alimentazione PREFERENZIALE
AL = $0,016000 \text{ km}^2$
AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Alimentazione CONTINUITA'
AL = $0,016000 \text{ km}^2$
AI = $1,600000 \text{ km}^2$

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

Alimentazione RETE
NL = 0,061680
NI = 6,168000

Alimentazione PREFERENZIALE
NL = 0,061680
NI = 6,168000

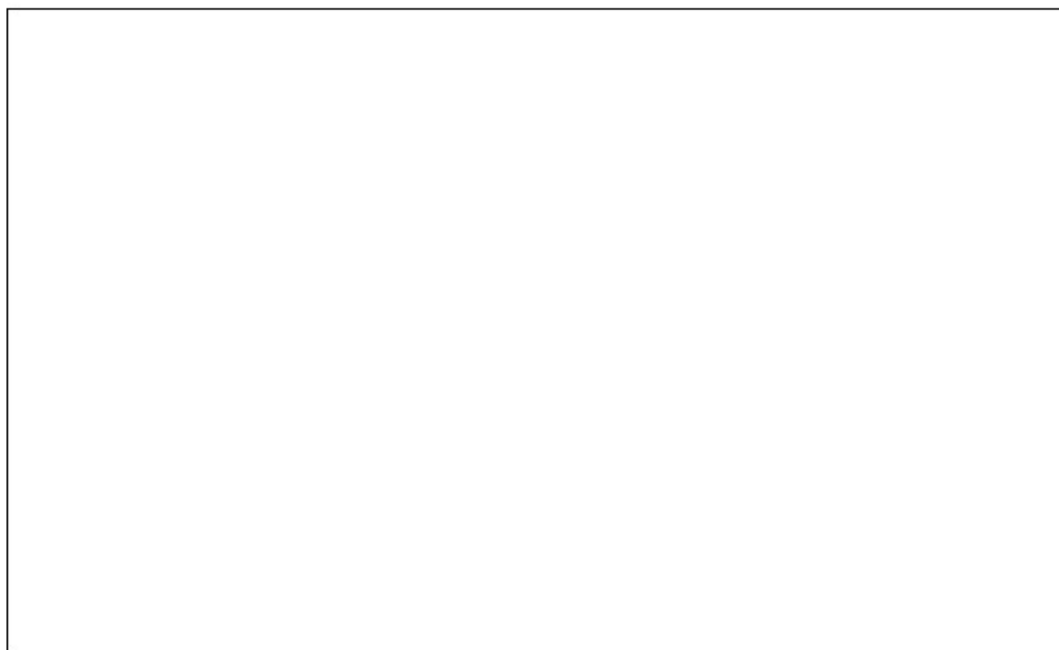
Alimentazione CONTINUITA'
NL = 0,061680
NI = 6,168000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

PA = $1,00E+00$
PB = 1,0
PC (Linee elettriche sezione RETE) = $1,00E+00$
PC (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = $1,00E+00$

PC (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (Linee elettriche sezione RETE) = 6,40E-03
PM (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 6,40E-03
PM (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 6,40E-03
PM = 1,91E-02
PU (Linee elettriche sezione RETE) = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione RETE) = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione RETE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione RETE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 3,00E-01

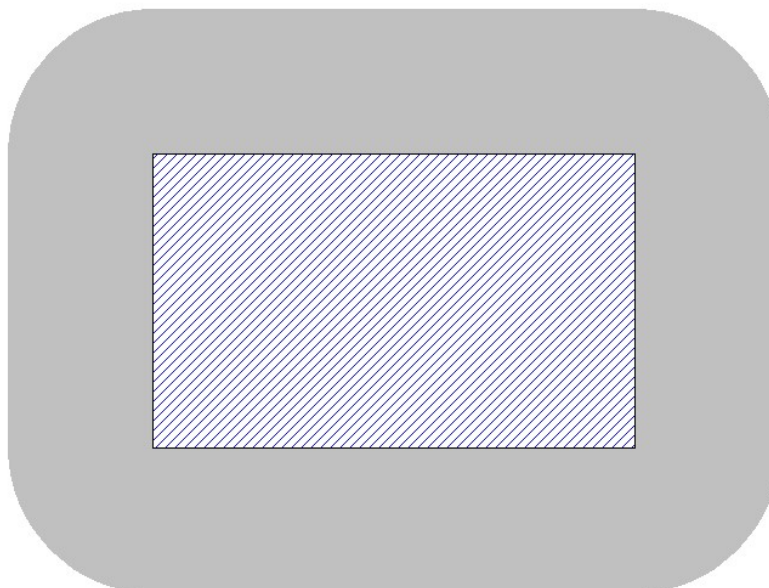
Allegato: DISEGNO DELLA STRUTTURA



Scala: 20 m

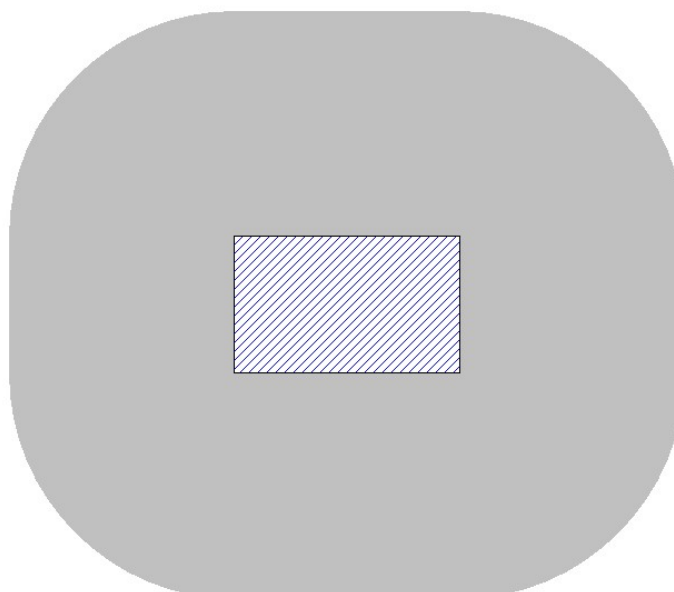
Hmax: 25 m

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA "AD"



Area di raccolta AD (km²) = 1,16E-01

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE INDIRETTA "AM"



Area di raccolta AM (km²) = 7,23E-01

Struttura n°2 fabbricato MANUTENZIONI GENERALI

La presente è la valutazione della protezione contro i fulmini del fabbricato Manutenzioni Generali.

ANTICIPAZIONE DEL RISULTATO

Il fabbricato è risultato "Autoprotetto" ai fini della protezione contro i fulmini: non è necessaria l'adozione di particolari sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni da essi generate.

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta A_d
 - Grafico area di raccolta A_m

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 81-10/1 (EN 62305-1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/4 (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 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.

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 (vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

$$N_t = 7,71 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

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: industriale

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a perdita di vite umane.

In accordo con la norma CEI EN 62305-2, per valutare la protezione contro il fulmine dev'essere calcolato il rischio "R1".

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.

L'edificio ha struttura portante metallica con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Alimentazione RETE
- Linea di energia: Alimentazione PREFERENZIALE
- Linea di energia: Alimentazione CONTINUITA'

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 e la presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

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 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.

RA: 2,13E-06

RB: 8,51E-08

RU(Linee elettriche sezione RETE): 2,14E-06

RV(Linee elettriche sezione RETE): 8,56E-08

RU(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 4,27E-08

RV(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 1,71E-09

RU(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 4,49E-08

RV(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 1,80E-09

Totale: 4,52E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,52E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$.

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo è inferiore a quello tollerato, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria ai fini della riduzione del rischio.

È richiesta, in accordo con la guida CEI 81-29, la protezione contro le sovratensioni per garantire la funzionalità degli impianti.

Data 20/07/2020

Timbro e firma del professionista



9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: isolata ($CD = 1$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 7,71$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Alimentazione RETE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Alimentazione PREFERENZIALE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Alimentazione CONTINUITA'

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

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

Protezioni antincendio: nessuna ($r_p = 1$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Linee elettriche sezione RETE

Alimentato dalla linea Alimentazione RETE

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Impianto interno: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE

Alimentato dalla linea Alimentazione PREFERENZIALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Impianto interno: Linee elettriche sezione CONTINUITA'

Alimentato dalla linea Alimentazione CONTINUITA'

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Valori medi delle perdite per la zona: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R_1) $LA = LU = 3,42E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R_1) $LB = LV = 1,37E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

Linea: Alimentazione RETE

Circuito: Linee elettriche sezione RETE

FS Totale: 1,975

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

Linea: Alimentazione PREFERENZIALE

Circuito: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE

FS Totale: 1,975

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: NO

Impianto interno 3

Zona: Fabb. MANUTENZIONI GENERALI

Linea: Alimentazione CONTINUITA'

Circuito: Linee elettriche sezione CONTINUITA'

FS Totale: 1,9782

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: NO

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = $8,06E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $4,36E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $6,21E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $3,36E+00$

Linee elettriche

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

Alimentazione RETE

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Alimentazione PREFERENZIALE

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Alimentazione CONTINUITA'

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

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

Alimentazione RETE

NL = 0,061680

NI = 6,168000

Alimentazione PREFERENZIALE

NL = 0,061680

NI = 6,168000

Alimentazione CONTINUITA'

NL = 0,061680

NI = 6,168000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

PA = $1,00E+00$

PB = 1,0

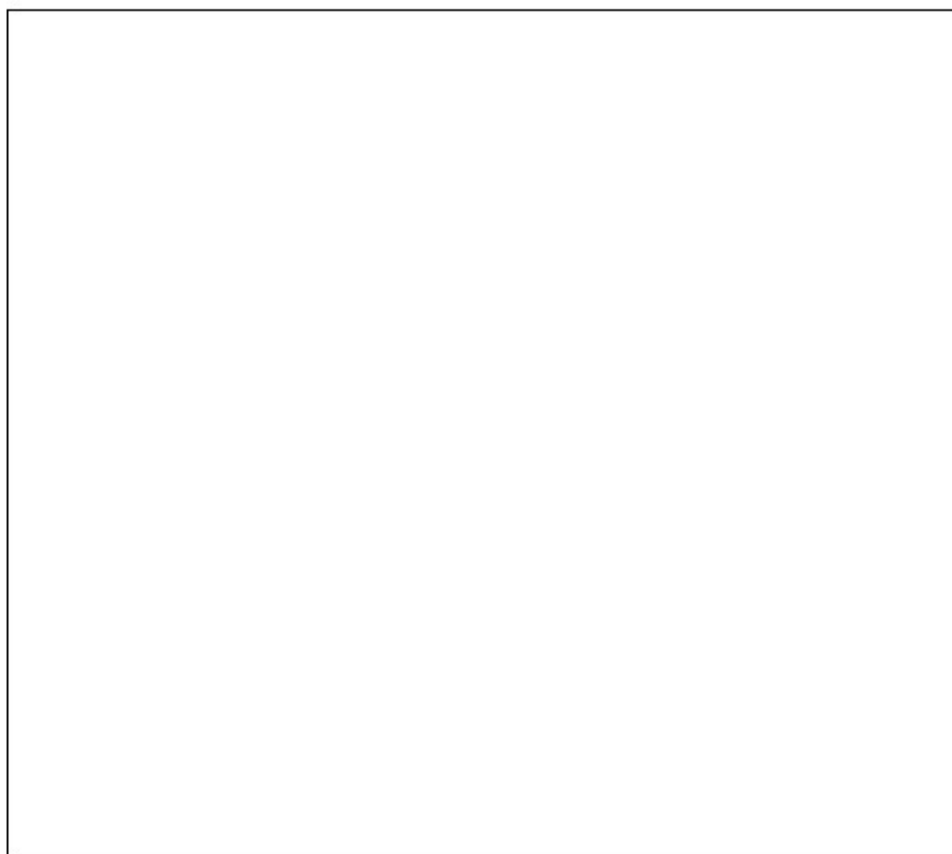
PC (Linee elettriche sezione RETE) = $1,00E+00$

PC (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = $1,00E+00$

PC (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = $1,00E+00$

PC = 1,00E+00
PM (Linee elettriche sezione RETE) = 1,60E-05
PM (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 6,40E-03
PM (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 6,40E-03
PM = 1,28E-02
PU (Linee elettriche sezione RETE) = 1,00E+00
PV (Linee elettriche sezione RETE) = 1,00E+00
PW (Linee elettriche sezione RETE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione RETE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 3,00E-01

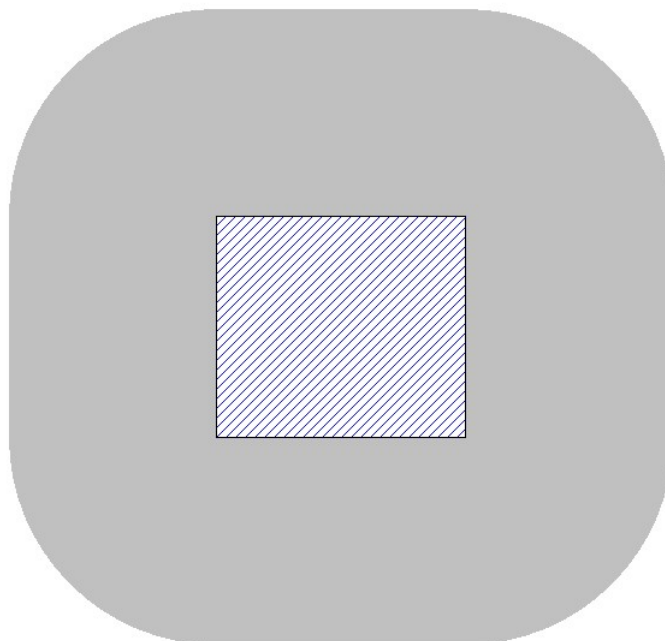
Allegato: DISEGNO DELLA STRUTTURA



Scale: 2 m

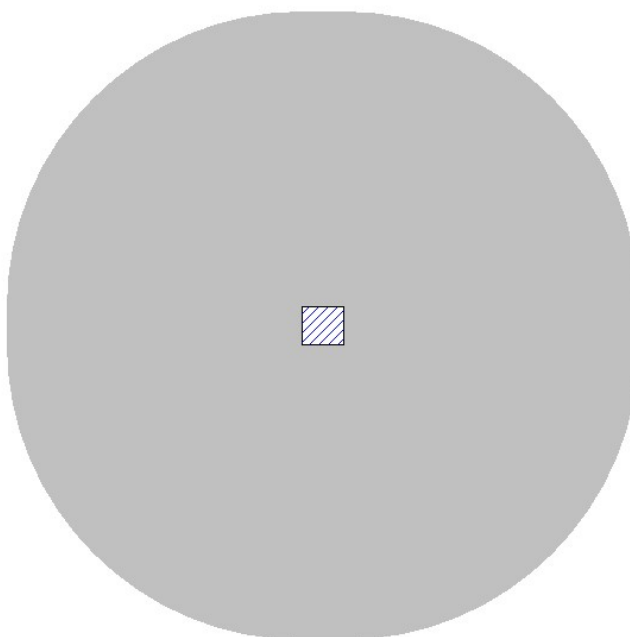
Hmax: 10 m

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA "AD"



Area di raccolta AD (km²) = 8,06E-03

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE INDIRETTA "AM"



Area di raccolta AM (km²) = 4,36E-01

Struttura n°3

fabbricato COMPRESSORI, POMPE A VUOTO, CABINA 8.A

La presente è la valutazione della protezione contro i fulmini del fabbricato tecnico contenente la sala compressori, la sala pompe a vuoto, la cabina 8.A.

ANTICIPAZIONE DEL RISULTATO

Il fabbricato è risultato “Autoprotetto” ai fini della protezione contro i fulmini: non è necessaria l'adozione di particolari sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni da essi generate.

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta A_d
 - Grafico area di raccolta A_m

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 81-10/1 (EN 62305-1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. (Febbraio 2013)
- CEI 81-10/4 (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 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.

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 (vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_t = 7,71 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

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: industriale

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a perdita di vite umane.

In accordo con la norma CEI EN 62305-2, per valutare la protezione contro il fulmine dev'essere calcolato il rischio "R1".

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.

L'edificio ha struttura portante metallica con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Alimentazione RETE
- Linea di energia: Alimentazione PREFERENZIALE
- Linea di energia: Alimentazione CONTINUITA'

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 e la presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

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 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.

RA: 1,59E-06

RB: 3,19E-08

RU(Linee elettriche sezione RETE): 2,85E-08

RV(Linee elettriche sezione RETE): 5,71E-10

RU(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 2,85E-08

RV(Linee elettriche sezione PREFERENZIALE): 5,71E-10

RU(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 2,85E-08

RV(Linee elettriche sezione CONTINUITA'): 5,71E-10

Totale: 1,71E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,71E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$.

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo è inferiore a quello tollerato, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria ai fini della riduzione del rischio.

È richiesta, in accordo con la guida CEI 81-29, la protezione contro le sovratensioni per garantire la funzionalità degli impianti.

Data 20/07/2020

Timbro e firma del professionista



9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: isolata ($CD = 1$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 7,71$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea alimentazione RETE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Linea aliment. PREFERENZIALE

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

Caratteristiche della linea: Linea alimentazione CONTINUITA'

Tipo di linea: energia

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

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 400$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 3 H (m): 3

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): isolata

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

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: nessuna

Impianto interno: Linee elettriche sezione RETE

Alimentato dalla linea Linea alimentazione RETE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Impianto interno: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE

Alimentato dalla linea Linea aliment PREFERENZIALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Impianto interno: Linee elettriche sezione CONTINUITA'

Alimentato dalla linea Linea alimentazione CONTINUITA'

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Valori medi delle perdite per la zona: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

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) $LB = LV = 4,57E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

Linea: Linea alimentazione RETE

Circuito: Linee elettriche sezione RETE

FS Totale: 1,9827

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

Linea: Linea aliment PREFERENZIALE

Circuito: Linee elettriche sezione PREFERENZIALE

FS Totale: 1,9827

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: NO

Impianto interno 3

Zona: FABBRICATO TECNICO COMPRESSORI

Linea: Linea alimentazione CONTINUITA

Circuito: Linee elettriche sezione CONTINUITA'

FS Totale: 0,108

Frequenza di danno tollerabile: 0,2

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = $9,05E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $4,51E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $6,98E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $3,48E+00$

Linee elettriche

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

Linea alimentazione RETE

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Linea aliment PREFERENZIALE

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

Linea alimentazione CONTINUITA

AL = $0,016000 \text{ km}^2$

AI = $1,600000 \text{ km}^2$

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

Linea alimentazione RETE

NL = 0,061680

NI = 6,168000

Linea aliment PREFERENZIALE

NL = 0,061680

NI = 6,168000

Linea alimentazione CONTINUITA

NL = 0,061680

NI = 6,168000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

PA = $1,00E+00$

PB = 1,0

PC (Linee elettriche sezione RETE) = $1,00E+00$

PC (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = $1,00E+00$

PC (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = $1,00E+00$

PC = 1,00E+00
PM (Linee elettriche sezione RETE) = 6,40E-03
PM (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 6,40E-03
PM (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 1,28E-04
PM = 1,29E-02
PU (Linee elettriche sezione RETE) = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione RETE) = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione RETE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione RETE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 1,00E+00
PZ (Linee elettriche sezione PREFERENZIALE) = 3,00E-01
PU (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PV (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PW (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 2,00E-02
PZ (Linee elettriche sezione CONTINUITA') = 6,00E-03

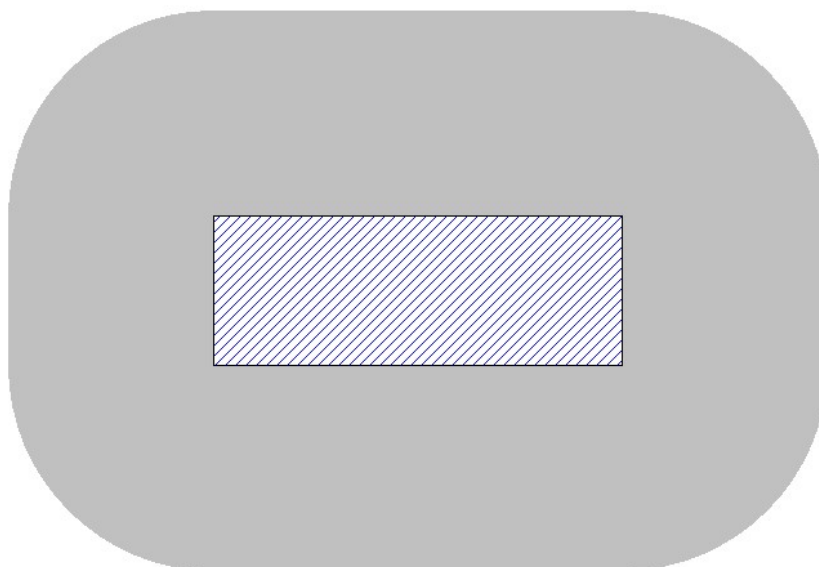
Allegato: DISEGNO DELLA STRUTTURA



Scala: 5 m

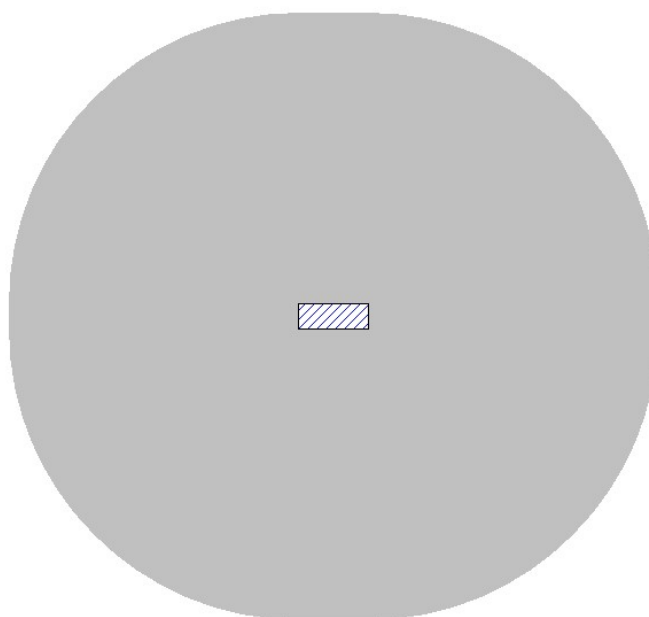
Hmax: 10 m

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA "AD"



Area di raccolta AD (km²) = 9,05E-03

Allegato: AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE INDIRETTA "AM"



Area di raccolta AM (km²) = 4,51E-01

ALLEGATI GENERALI ALLA VALUTAZIONE DELLA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Nelle pagine seguenti sono allegati:

- coordinate del luogo
- valore del fulmini anno / km²

Allegato: COORDINATE DEL LUOGO



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Ita Marzotto, 8, 30025 Fossalta di Portogruaro VE, Italia

Latitudine: 45.768978

Longitudine: 12.901940



Allegato: VALORE DI "Ng"



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 7,71 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,768978° N**

Longitudine: **12,90194° 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 .
- I valori di N_G inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- 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 guida CEI 81-30 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.

FINE DEL DOCUMENTO