



Comune di Trani

Regione Puglia



OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA (MISE) DEI LOTTI I, II, III DISCARICA PER RSU SITA IN TRANI E DENOMINATA "PURO VECCHIO"

CIG: 7060424E30

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

AZIENDA MUNICIPALIZZATA IGIENE URBANA
Comune di Trani
Via Barletta, 161 - Trani
P.IVA 05487980723



PROGETTO:

Studio Romanazzi-Boscia e Associati s.r.l.
via Amendola 172/c. 70100 Bari - tel.: 080.548.21.87 - Fax: 080.548.22.67
Prof. Ing. Eligio ROMANAZZI
Dott. Ing. Giovanni F. BOSCIA
Dott. Ing. Sebanino GIOTTA
Dott. Ing. Fabio PACCAPELO



Ing. Federico Cangialosi

Ing. Gianluca Intini

Dott. geol. Vito Specchio

Ing. Vincenzo Catalucci



Vito Specchio

ALLEGATO

R.6.1

R - ELABORATI DESCRITTIVI

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

SCALA:

...

DATA: GIUGNO 2018

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE

I N D I C E

INTRODUZIONE.....	2
1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.0 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO ELETTRICO.....	3
3.0 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.....	4
3.1 FORNITURA E CONSEGNA ENERGIA ELETTRICA.....	4
3.2 QUADRO DI MEDIA TENSIONE.....	4
3.3 TRASFORMATORI DI POTENZA.....	5
3.4 QUADRO BASSA TENSIONE e QUADRI DI PROCESSO.....	6
3.5 QUADRO DI RIFASAMENTO.....	7
3.6 QUADRI DI GESTIONE E CONTROLLO.....	7
4.0 CAVI, CONDUITTE PRINCIPALI E SECONDARIE.....	8
4.1 CONDUITTE DI M.T.....	8
4.2 CONDUITTE DI B.T.....	8
4.3 CANALIZZAZIONI E TUBAZIONI METALLICHE.....	11
4.4 PROTEZIONE DELLE CONDUITTE.....	13
4.5 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....	14
4.6 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....	15
4.7 CRITERI DI VERIFICA ADOTTATI.....	15
5.0 IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	15
5.1 GENERALITA'.....	15
5.2 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	18
6.0 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI.....	18
6.1 ILLUMINAZIONE INTERNA.....	19
6.2 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	19
7.0 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE PRESE E COMANDI.....	20
8.0 IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO.....	21
9.0 IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE.....	22
9.1 DEFINIZIONI.....	23
10.0 ALLEGATO N.1 - RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEI RISCHI DOVUTI AL FULMINE.....	27

INTRODUZIONE

La presente relazione precisa i criteri e le scelte progettuali adottate nella progettazione esecutiva per le opere di adeguamento impiantistico a servizio della discarica “PURO VECCHIO” di Trani (BAT).

1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione degli impianti elettrici è stata eseguita in osservanza di tutte le norme CEI. Oltre alle norme specifiche di prodotto valide per le apparecchiature elettriche (trasformatori, interruttori, cavi, quadri elettrici, ecc.), tra le norme adottate si richiamano, in via non esaustiva, le seguenti:

- CEI EN 61936-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN 50522 2011-03 “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”
- CEI 11-25 “ Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): 2016-11 “*Atmosfere esplosive – Parte 10-1: Classificazione dei luoghi – Atmosfere esplosive per la presenza di gas*”
- CEI EN 62305-1 – “Protezione contro i fulmini”;
- CEI UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- L. n° 186 del 01/03/1968;
- D.M. 37/08 del 22.01.2008 riguardante il riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Omettendo di citarle, sono state tenute in debito conto tutte le altre leggi, i decreti e le circolari ministeriali dell'impiantistica elettrica in bassa e media tensione vigenti; analogamente, per quanto riguarda le norme CEI, sono state tenute nel debito conto le altre norme non citate in precedenza.

Si è anche fatto riferimento alle norme e tabelle UNI, all'elenco dei materiali e degli apparecchi ammessi al marchio IMQ, alle pubblicazioni IEC, ai documenti di armonizzazione (HD) ed alle norme (EN) europee CENELEC, alle pubblicazioni CEI-CECC.

2.0 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO ELETTRICO

Le nuove opere impiantistiche inerenti i lavori di adeguamento della discarica di “PURO VECCHIO” a Trani, impongono la realizzazione di nuove opere elettriche.

Il progetto di adeguamento ed ampliamento dell’impianto prevede un incremento di potenza dovuta all’installazione di nuove apparecchiature elettriche.

Dall’analisi dei carichi riportata nella relazione tecnica di calcolo, escludendo le riserve, si evidenzia che le potenze installate dei nuovi carichi elettrici ammontano complessivamente a 342 kW, considerando un fattore di potenza pari a 0,95, si ottiene che la potenza convenzionale è pari a 324 kW.

Pertanto visto il cospicuo aumento di potenza della nuova sezione e considerando che i nuovi carichi elettrici sono concentrati sulle vasche di accumulo delle acque meteoriche (pompe di sollevamento), si è optato per la realizzazione di nuova cabina di trasformazione ubicata nelle vicinanze delle nuove vasche di accumulo delle acque meteoriche.

Pertanto, si è prevista la derivazione di una nuova linea in media tensione dalla cabina esistente mediante la realizzazione di un apposito manufatto prefabbricato con interruttore di media tensione provvisto di protezione linea adiacente alla cabina esistente.

La nuova cabina di trasformazione, alimentata dalla linea MT precedentemente evidenziata, sarà attrezzata con due trasformatori da 500 kVA, l’uno di riserva all’altro, al fine di garantire la continuità di servizio, sia in condizione di disservizio di un trasformatore, che di ordinaria manutenzione.

Come è possibile constatare dalla relazione di calcolo, la taglia dei trasformatori scelta permetterà di avere un margine di potenza per i futuri ampliamenti o per variate situazioni di esercizio, che richiedessero degli incrementi di potenza, ad esempio per nuove installazioni.

Ogni singolo trasformatore sarà in grado di soddisfare l’esigenza dell’intero nuovo impianto.

Dal nuovo quadro generale di bassa tensione Q-BT NEW ubicato nella cabina di trasformazione saranno alimentati i nuovi quadri di impianto (quadri generale pompe e quadro pompe/torcia/soffianti, quadro generale servizi).

Il nuovo quadro di bassa tensione sarà alimentato dal gruppo elettrogeno e in caso di black-out alimenterà i quadri principali al fine di garantire la continuità del processo.

3.0 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Di seguito si darà una descrizione dell'impianto elettrico rinviando alle specifiche tecniche allegate, le descrizioni dettagliate delle varie parti costituenti.

3.1 FORNITURA E CONSEGNA ENERGIA ELETTRICA

L'energia sarà prelevata in media tensione, mediante apposito scomparto dotato di interruttore generale CEI 0-16.

Lo scomparto sarà predisposto in un apposito locale “CABINA DERIVAZIONE MT” adatto ad alloggiare il quadro di Q-MT1.

Il locale costituito da una cabina prefabbricata con basamento a vasca, sarà ubicato nei pressi della cabina di consegna MT esistente.

L'alimentazione avverrà quindi in media tensione a 20.000 V nel locale “CABINA DERIVAZIONE MT”.

Le principali prestazioni e caratteristiche elettriche della nuova fornitura saranno le seguenti:

<i>Tensione nominale di esercizio</i>	<i>20 kV</i>
<i>Tensione nominale di isolamento</i>	<i>24 kV</i>
<i>Sistema elettrico</i>	<i>tipo IT – trifase</i>
<i>Frequenza</i>	<i>50 Hz</i>

3.2 QUADRO DI MEDIA TENSIONE

All'interno della cabina di “CABINA DERIVAZIONE MT” sarà prevista la fornitura dell'energia elettrica in media tensione, mentre la trasformazione da media a bassa tensione avverrà in un locale appositamente predisposto del tipo prefabbricato, ubicato nei pressi zona vasche (vedi planimetria elettrica).

Dalla cabina di “CABINA DERIVAZIONE MT” alla “CABINA DI TRASFORMAZIONE”, verrà predisposto un cavidotto interrato a circa 1,5 m di profondità, per il passaggio dei cavi di MT, che garantiranno il collegamento tra le due cabine.

I quadri in media tensione di consegna e trasformazione, saranno formati da unità di tipo normalizzato affiancate e saranno costituiti da celle componibili e standardizzate.

I quadri saranno realizzati in esecuzione protetta, adatti per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

La cabina MT di “CABINA DERIVAZIONE MT” sarà costituita da:

- 1) scomparto arrivo linea dal basso;
- 2) scomparto protezione generale (67N) con interruttore SF6 e/o sottovuoto a norma CEI 0-16 per la protezione della linea MT.

La cabina MT di “TRASFORMAZIONE MT/BT” sarà costituita da:

- 1) scomparto arrivo linea dal basso con sezionatore;
- 2) scomparto interruttore SF6 a norma CEI 0-16 per la protezione della linea MT la protezione del trasformatore TR1;
- 3) scomparto interruttore SF6 a norma CEI 0-16 per la protezione della linea MT la protezione del trasformatore TR2.

Ciascuna scomparto sarà costituito dalle seguenti celle:

- Cella apparecchiature M.T.
- Cella sbarre
- Cella strumenti e cella circuiti bassa tensione
- Sbarre principali e connessioni
- Materiali isolanti
- Impianto di terra
- Interblocchi

Gli interruttori dovranno essere del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo e/o sottovuoto con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC di riferimento.

I quadri dovranno inoltre contenere: trasformatori di corrente e tensione dimensionati a sopportare una corrente di guasto fino a 16 kA simmetrici di breve durata 16/40 Ka dinamici; apparecchi di comando e di segnalazione indicati e necessari, targhe e cartelli di segnalazione; tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo N07VK e di sezione minima di 1,5 mmq; gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e derivazione dovranno essere in materiale organico per tensione nominale fino a 24 kV.

I quadri dovranno essere sottoposti, presso il costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo ed inoltre dovranno essere conformi alle norme CEI 0-16.

3.3 TRASFORMATORI DI POTENZA

Nella cabina di trasformazione, saranno installati due trasformatori di potenza da 500 kVA ciascuno, l'uno di riserva all'altro.

I trasformatori saranno del tipo a raffreddamento naturale in resina adatti per essere installazione interne.

Saranno alloggiati all'interno della cabina di trasformazione negli appositi vani, con accesso esclusivo ed indipendente dagli altri locali. Ai vani trasformatori si potrà accedere solo mediante chiave, disponibile dopo aver eseguito le manovre di messa in sicurezza degli stessi.

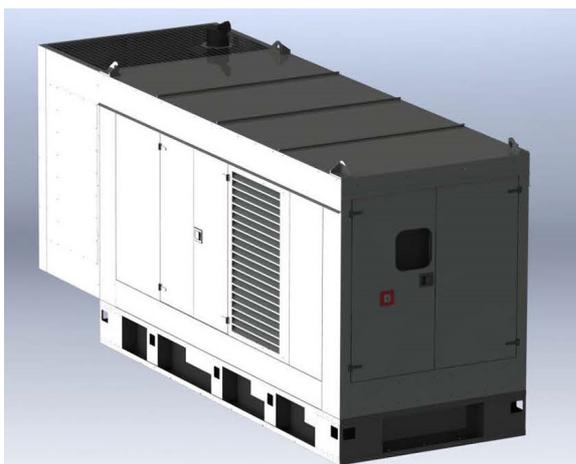
I trasformatori dovranno essere sottoposti, presso il costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI.

3.4 QUADRO BASSA TENSIONE e QUADRI DI PROCESSO

All'interno del vano quadri della cabina di trasformazione, sarà installato il nuovo quadro di bassa tensione (Q-BT NEW), che sarà alimentato dai trasformatori mediante opportuno sistema di cavi.

Dal suddetto quadro mediante un sistema di cavidotti esistenti e di progetto si distribuirà l'energia elettrica a tutte le utenze del nuovo impianto.

Per la gestione dei momenti di fuori servizio della rete elettrica principale, quindi per la gestione dei momenti di emergenza, si prevede l'installazione di un Gruppo Elettrogeno Diesel da esterno.



Il dimensionamento del gruppo è stato eseguito considerando l'alimentazione di tutte le utenze elettriche del nuovo impianto (come da elenco utenze e schemi elettrici allegati).

Tenendo conto delle potenze nominali degli utilizzatori installati, del ciclo di funzionamento previsto, dei fattori di contemporaneità ed utilizzazione delle varie utenze, si ottiene il seguente valore di potenza del generatore di emergenza:

500 kVA

L'autonomia del generatore è limitata dalla capacità del serbatoio interrato, pari a 2000 litri. Considerando un consumo medio orario del gruppo a pieno carico pari a 200 litri/ora, si ottiene che l'autonomia (riferita al serbatoio da 2000 litri) non raggiunge 10 ore. Il gruppo sarà completo del sistema di pompaggio e degli accessori necessari.

Il gruppo elettrogeno assicurerà il funzionamento in emergenza di tutte le apparecchiature elettriche collegate al nuovo impianto (escluso le riserve).

Il gruppo elettrogeno sarà posizionato su apposito basamento in prossimità della cabina di trasformazione.

Il quadro generale pompe Q-GENP è ubicato all'interno della cabina di trasformazione e gestirà e controllerà le stazioni di sollevamento delle acque meteoriche da 85 KW.

Il quadro pompe/torcia/soffianti Q-PTS sarà ubicato all'interno di un apposito locale prefabbricato e gestirà e controllerà la stazioni di sollevamento delle acque meteoriche da 13,5 KW, le soffianti e la torcia biogas.

3.5 QUADRO DI RIFASAMENTO

Sarà previsto un quadro di rifasamento automatico di potenza 150 kVAR. Il quadro di rifasamento sarà costituito da batterie di condensatori con inserimento a gradini, in funzione del carico elettrico applicato.

Sarà dotato di apposita centralina di regolazione a microprocessore, che permetterà di regolare il fattore di potenza.

3.6 QUADRI DI GESTIONE E CONTROLLO

Al fine di avere un controllo delle singole utenze del nuovo impianto, saranno installati dei nuovi quadri di processo, che oltre ad avere la funzione di alimentare le singole utenze, saranno in grado, mediante dei sistemi di controllo, di gestire e controllare le nuove utenze.

I quadri di gestione e controllo avranno le caratteristiche indicate nelle specifiche e negli schemi unifilari allegati al progetto

I quadri suddetti controlleranno le seguenti sezioni di impianto:

Q-GEN P quadro di comando e controllo pompe sollevamento vasche

Q-PTS quadro di comando e controllo pompe/torcia/soffianti

4.0 CAVI, CONDUTTURE PRINCIPALI E SECONDARIE

La distribuzione sarà eseguita con cavi e tipo di posa scelti in funzione della rete elettrica di appartenenza in accordo con quanto previsto dalle norme CEI.

4.1 CONDUTTURE DI M.T.

La linea elettrica di alimentazione a 20 kV tra il locale “**CABINA DERIVAZIONE MT**” e la **CABINA DI TRASFORMAZIONE**”, in cui sono alloggiati i trasformatori di potenza, sarà realizzata con tre conduttori unipolari di sezione pari 95 mmq del tipo RG7H1R - 18/30; isolante in mescola di gomma ad alto modulo G7, guaina esterna in mescola di PVC.

La posa interrata di tale cavo verrà effettuata utilizzando tubi in PE posati a circa 150 cm sotto il piano stradale.

4.2 CONDUTTURE DI B.T.

Le linee elettriche di alimentazione in B.T. comprenderanno tutti i collegamenti tra:

- 1) Trasformatori (TR1-TR2) – Nuovo Quadro di bassa tensione (Q-BT NEW), collegamento realizzato mediante linea in cavo di idonea sezione.
- 2) Quadro di bassa tensione – Quadri di processo
- 4) Quadri processo – utenze elettriche delle varie sezioni.
- 5) Circuiti ausiliari e di controllo.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla nuova regolamento UE 305/2011 (CPR) applicato ai cavi elettrici entrato in vigore dal 1° Luglio 2017, anche se la posa viene effettuata in ambienti esterni e non in edifici.

Tale regolamento prevede una classificazione in base al comportamento al fuoco e una nuova nomenclatura dei cavi.

Di seguito si rappresenta la tabella di correlazione tra i vecchi cavi e nuovi con designazione CPR.

CPR Tabella di correlazione

LUOGHI DI IMPIEGO	LIVELLO DI RISCHIO
• AEREO-STAZIONI • STAZIONI FERROVIARIE • STAZIONI MARITTIME • METROPOLITANE in tutto o in parte sotterranee • GALLERIE STRADALI di lunghezza superiore ai 500m • FERROVIE superiori a 1000m	ALTO
• STRUTTURE SANITARIE che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno • CASE DI RIPOSO per anziani con oltre 25 posti letto • STRUTTURE SANITARIE che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio • LOCALI DI SPETTACOLO E DI INTRATTENIMENTO in genere impianti e centri sportivi, palestre, sia di carattere pubblico che privato • ALBERGHI • PENSIONI • MOTEL • VILLAGGI ALBERGO • RESIDENZE TURISTICO-ALBERGHIERE • STUDENTATI • VILLAGGI TURISTICI • ALLOGGI AGRITURISTICI • OSTELLI per la gioventù • RIFUGI ALPINI • BED & BREAKFAST • DORMITORI • CASE PER FERIE con oltre 25 posti letto • STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE nell'aria aperta (campeggi, villaggi turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone • SCUOLE di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti • ASIILI NIDO con oltre 30 persone presenti • LOCALI adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici • AZIENDE ED UFFICI con oltre 300 persone presenti • BIBLIOTECHE • ARCHIVI • MUSEI • GALLERIE • ESPOSIZIONI • MOSTRE • EDIFICI destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24m	MEDIO
• EDIFICI destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24m • SALE D'ATTESA • BAR • RISTORANTI • STUDI MEDICI	BASSO (posa a fascio)
• ALTRE ATTIVITÀ: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone r/o cose	BASSO (posa singola)

CPR Tabella di correlazione

DESIGNAZIONE ATTUALE	DESIGNAZIONE CPR	CLASSE DI PRESTAZIONE
FG100M1 - 0,6/1 kV	FG18OM16 - 0,6/1 kV	B2 _{oo} -s1a, d1, a1
FG70M1 - 0,6/1 kV N07G9-K (H07Z1-K/U/R type 2)	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V (H07Z1-K/U/R type 2)	C _{oo} -s1b, d1, a1
FG70R - 0,6/1 kV N07V-K	FG16OR16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V	C _{oo} -s3, d1, a3
H07RN-F	H07RN-F	E _{oo}

In particolare si utilizzeranno i seguenti tipi di cavi, conformi alle norme CEI e al nuovo regolamento UE 305/2011 (CPR):

- cavi unipolari tipo FS17 per i circuiti posati in tubazioni in PVC esterne od incassate.
- cavi multipolari tipo FG16OR16 con conduttore in rame, isolamento in gomma etilpropilenica e guaina in PVC.

Il dimensionamento dei cavi sarà effettuato in funzione delle correnti assorbite dalle utenze, della caduta di tensione che sarà contenuta su valori inferiori al 4% della tensione di linea, e delle esigenze di protezione dei cavi contro le sovracorrenti e delle persone contro i contatti indiretti.

Sono stati previsti cavi del tipo antifiama a bassa emissività di fumi isolati in gomma e rivestiti in PVC. La sezione minima impiegata per alimentazione dei motori sarà comunque di 2.5 mmq.

I conduttori di protezione (giallo/verdi) saranno sempre del tipo unipolari o multipolari.

Per ogni edificio sarà previsto un nodo di terra, che consentirà il collegamento delle utenze o dei quadri elettrici all'impianto di terra generale.

La posa dei cavi sarà prevista in tubi in polietilene (PE) corrugato con diametri DN 63/125/160 a seconda del numero di cavi transitanti.

Il numero dei tubi in PE sarà in funzione del numero di carichi presenti e delle dimensioni dei cavi di alimentazione (vedi planimetria elettrica allegata).

Per i percorsi fuori terra, i cavi saranno protetti da tubi rigidi portacavi in acciaio zincato o PVC serie pesante e per i collegamenti ai motori si utilizzeranno apposite guaine flessibili.

Per i collegamenti dei circuiti ausiliari e di controllo saranno impiegati cavi flessibili in formazione multipolare in rame, con isolamento in gomma e rivestimento in PVC.

I cavi multipolari da 1.5 e 2.5 mmq saranno scelti in formazioni multiple allo scopo di raggruppare in un medesimo cavo i circuiti di segnalazione ed allarme attinenti ad ogni utenza elettrica.

Tutti i conduttori dovranno avere colorazione conforme alle normative vigenti ed in particolare:

C.E.I. 64-8 III edizione

UNEL 00721

Il Conduttore N sarà sempre di colore azzurro (blu chiaro).

Il Conduttore PE sarà sempre di colore giallo-verde.

Il Conduttore PEN sarà di colore giallo-verde con fascettatura azzurra, oppure di colore azzurro con fascettatura giallo- verde alle estremità, in prossimità delle giunzioni e derivazioni.

In ogni caso e comunque per la scelta della colorazione dei conduttori si dovrà fare riferimento alla seguente tabella:

Colore	Destinazione
Giallo/Verde	Protezione di terra
Nero-Grigio-Marrone	Potenza Circuiti 380/220V
Azzurro-Celeste	Neutro Circuiti 380/220V
Bianco	Ausiliari
Rosso	Ausiliari BTS/BTF
Arancio	Interblocchi

Tutti i conduttori recheranno, all'interno della scatola di derivazione e/o nei pozzetti di infilaggio, la identificazione alfanumerica del circuito di appartenenza e dovranno mantenere tale identificazione dalle morsettiere dei quadri di distribuzione fino alle utenze finali.

Le sigle alfanumeriche dovranno rispecchiare quanto riportato nelle tavole del progetto e negli elaborati as-built ad opera compiuta.

GIUNZIONI TRA CONDUTTORI

Tutte le giunzioni fra conduttori dovranno essere eseguite all'interno delle cassette e scatole di derivazione mediante morsettiere fisse con morsetti unificati fissati su profilato di appoggio secondo Norma EN50035.

La dimensione dei morsetti dovrà essere adatta al serraggio di tutti i conduttori presenti nel nodo e comunque con minimo di: 2,5 mmq per conduttori fino a 4 mmq; 6 mmq per conduttori oltre i 4 mmq.

In ogni caso per i morsetti dovranno essere rispettate le caratteristiche prescrive dalle normative C.E.I. specifiche e dovrà essere prodotta documentazione di conformità stilato da IMQ, CESI o ente similmente riconosciuto.

Non sono ammesse giunzioni nelle tubazioni interrate e/o nei pozzetti di infilaggio, qualora dette giunzioni debbano essere realizzate per necessità (interconnessioni pompe sommerse, etc) esse devono essere realizzate con muffole termorestringenti o termocolate.

4.3 CANALIZZAZIONI E TUBAZIONI METALLICHE

Saranno installate, laddove necessario, canalizzazioni in acciaio zincato, con zincatura a caldo dopo la lavorazione, del tipo chiuso con coperchio in esecuzione IP 4X.

Gli elementi della canalizzazione faranno parte di un sistema integrato di componenti, quali: elementi rettilinei, coperchi di chiusura, giunzioni, curve orizzontali e verticali, deviazioni di diverso tipo, elementi per cambio del piano di posa, derivazioni, raccordi, staffature, accessori e pezzi speciali, necessari a garantire la continuità metallica della canalizzazione con un grado di protezione uniforme IP 4X.

Il sistema di canalizzazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui ai capitoli II e IV delle norme CEI 23-31, ed in particolare: gli elementi del sistema dovranno essere smontabili esclusivamente con l'uso di un utensile, all'interno di tutti i componenti non dovranno essere presenti né asperità né spigoli vivi, dovrà essere assicurata in ciascuna sezione la continuità elettrica ed il grado di protezione dovrà essere sempre IP 4X.

Il sistema di canalizzazione sarà fissato alle strutture costituenti l'impianto (muri in c.a., parapetti, passerelle, e simili), con apertura esclusivamente laterale o superiore, impiegando idonee staffe e mensole di ancoraggio in acciaio zincato, murate, saldate o ancorate con tasselli a espansione, alle strutture portanti.

Nella fase di installazione saranno sempre mantenute costanti le distanze fra le diverse canalizzazioni e tubazioni presenti nelle vicinanze, di modo che l'intera esecuzione soddisfi ad oggettivi requisiti di sicurezza.

TUBAZIONI GUIDACAVI IN ACCIAIO ZINCATO

Le tubazioni guidacavi in acciaio zincato a caldo, saranno internamente ed esternamente lisce. Gli elementi della tubazione metallica faranno parte di un sistema integrato di componenti, quali: elementi rettilinei, curve, raccordi, scatole di derivazione, sistemi di ancoraggio, accessori e pezzi speciali, necessari a garantire la continuità metallica della tubazione con un grado di protezione uniforme IP 55

Il sistema sarà conforme alle norme CEI 23-5 e CEI 23-28 e munito di marchio IMQ.

La tubazione sarà fissata alle strutture portanti con tasselli e collari autobloccanti, di adeguata robustezza, con interdistanza fra i punti di ancoraggio non inferiore a 120 cm. L'esecuzione dovrà mantenere in ciascun punto il grado di protezione IP 55 e dovrà essere assicurata la continuità metallica ed elettrica del condotto.

Le curve dovranno essere realizzate con apposita macchina piegatubi e non dovranno presentare restringimento di sezione.

Il collegamento ai giunti di derivazione e alle apparecchiature avverrà con idonei bocchettoni filettati e tramite l'impiego di guaine flessibili in acciaio zincato rivestite di PVC.

GUAINE GUIDACAVI FLESSIBILI

Tutte le terminazioni circuitali alle apparecchiature di campo (motori, misuratori, attuatori, ecc.), alle canalizzazioni e alle cassette di sezionamento e derivazione, avverranno sempre con l'impiego di guaine guidacavi flessibili in acciaio zincato, a semplice aggraffatura, rivestito in PVC liscio autoestinguente.

Le guaine guidacavi saranno conformi alla norma CEI 23-14, marchiate IMQ, idonee all'installazione con temperature comprese fra - 15 e 70 °C, e garantiranno un grado di protezione IP 55.

Le giunzioni dei conduttori per la distribuzione devono sempre avvenire impiegando opportune morsettiere, entro cassette di derivazione pressofuse in lega di alluminio con pareti chiuse e coperchio avvolgente, complete di viti per il fissaggio del coperchio e di messa a terra, guarnizione in EPDM per consentire di ottenere un grado di protezione IP 55.

Le morsettiere poste dentro le cassette dovranno essere fisse e avranno i morsetti tra di loro separati da diaframmi isolati; i morsetti del neutro e del conduttore di protezione, dovranno essere chiaramente individuabili e dovranno mantenere la stessa posizione reciproca, rispetto ai morsetti di fase, in tutte le cassette e morsettiere d'impianto.

TUBAZIONI IN PVC RIGIDO E CORRUGATO, CON SCATOLE E CASSETTE

Tubo in PVC posato a vista.

Per la realizzazione degli impianti interni agli edifici tecnici, saranno realizzati circuiti di derivazione terminale con cavi infilati in tubo in PVC rigido, fissato a parete o soffitto.

Le tubazioni saranno di tipo pesante, colore grigio RAL 7035, autoestinguenti, con resistenza allo schiacciamento pari a 400kg/dm, per esecuzioni IP 55, conformi alle prescrizioni delle norme CEI 23-8 e successive varianti.

La tubazione sarà fissata a parete o soffitto con tasselli e collari autobloccanti, di adeguata robustezza, con interdistanza fra i punti di fissaggio non inferiore a 80 cm.

L'esecuzione dovrà mantenere in ciascun punto il grado di protezione IP 55.

Il collegamento alle cassette di derivazione o portapparecchiature e al canale metallico di distribuzione principale, avverrà con idonei raccordi filettati e, laddove necessario, tramite l'impiego di guaine flessibili grigio RAL 7035.

Le giunzioni principali dei conduttori per la distribuzione principale dovranno sempre avvenire, impiegando opportune morsettiere, dentro spaziose cassette di derivazione in materiale plastico autoestinguente.

Quando in un locale saranno presenti circuiti appartenenti a sistemi diversi (energia, segnalazione, trasmissione dati) questi dovranno essere protetti da tubazioni diverse e dovranno essere derivati da cassette diverse.

Le morsettiere poste dentro le cassette dovranno essere fisse e avranno i morsetti tra di loro separati da diaframmi isolati; i morsetti del neutro e del conduttore di protezione, devono essere chiaramente individuabili e devono mantenere la stessa posizione reciproca, rispetto ai morsetti di fase, in tutte le cassette e morsettiere d'impianto.

Per le derivazioni secondarie interne ai locali e per l'installazione dei punti di comando, si impiegheranno scatole, rettangolari o quadrate, in materiale plastico autoestinguente, attrezzate sia per il fissaggio del supporto porta apparecchi che delle placche autoportanti. I collegamenti all'interno delle scatole dovranno avvenire con l'impiego di adeguati morsetti in esecuzione mobile.

Tubo corrugato in PVC posato sottotraccia o sotto pavimento.

Canalizzazioni in tubo in PVC corrugato saranno adoperate nella distribuzione interna all'edificio servizi generali, dove l'impianto sarà del tipo sottotraccia.

Le tubazioni saranno di tipo pesante, nero autoestinguente, conformi alle prescrizioni delle norme CEI 23-14 e successive varianti.

Dovranno essere sempre rispettate le seguenti disposizioni:

- la posa sottopavimento avverrà di norma con un tracciato parallelo alle pareti dei locali;
- nell'installazione sotto intonaco a parete sarà consentita la posa verticale ed orizzontale;
- le curve dovranno essere effettuate con raccordi e piegature che non danneggino il tubo o non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale o secondaria ed in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere intervallata con cassette o scatole di derivazione;
- tra due cassette di derivazione successive, non sarà ammesso realizzare sui tubi curve per un angolo totale maggiore di 180 gradi (ad esempio più di due curve ad angolo retto).

Al termine dell'installazione, tutte le tubazioni e le cassette dovranno dar luogo a cavidotti aventi geometria simile alle strutture ed intersecanti le stesse per piani orizzontali e verticali, ed essere installati parallelamente e perpendicolarmente rispetto alle stesse; devono inoltre consentire l'infilaggio e lo sfilaggio dei conduttori in maniera facile e dopo la loro posa in opera.

Tutti i materiali come: malta, trucioli, ecc., che durante l'esecuzione dei lavori dovessero accidentalmente ostruire una qualunque tubazione, dovranno essere completamente ed accuratamente rimossi senza recare danno alle tubazioni stesse.

4.4 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni indicate dalle norme C.E.I. 64-8.

In particolare i conduttori avranno una portata I_z superiore alla corrente di impiego I_b (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione avranno una corrente

nominale I_n compresa tra le predette I_b e la portata del conduttore I_z , ed una corrente di funzionamento I_f minore o uguale a 1,45 volte la portata I_z .

Gli interruttori automatici magnetotermici saranno dimensionati per interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore predetto non si raggiungano temperature pericolose, secondo la Norma CEI 64-8.

Essi avranno un potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione:

$$P.d.i. > I_{cc\ max}$$

dove:

P.d.i. = potere d'interruzione dell'interruttore

$I_{cc\ max}$ = valore massimo della corrente di corto circuito

La protezione dei cavi elettrici da surriscaldamento, sia per i sovraccarichi, che per i corto circuiti sarà, come prima menzionato, realizzata tramite l'utilizzo di interruttori automatici magnetotermici aventi caratteristiche rispondenti alle seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

$$\int i^2(t) dt \leq K^2 S^2$$

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_b = corrente d'impiego del cavo pari alla corrente assorbita dall'utenza

I_z = portata massima del cavo in regime permanente e nelle condizioni effettive d'impiego

I_f = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore

$\int i^2(t) dt$ = energia specifica passante

$K^2 S^2$ = caratteristica del cavo secondo CEI 64-8

Per meglio ottimizzare l'intero sistema di protezione, ove possibile o necessario in base alle taglie dei dispositivi, saranno utilizzati dispositivi di protezione con relè termici e magnetici con soglie di intervento regolabili.

4.5 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Le misure di protezione contro i contatti diretti comprenderanno tutti gli accorgimenti intesi a proteggere le persone contro il pericolo derivante del contatto con parti attive normalmente in tensione.

Le parti attive degli elementi in tensione, dovranno essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurino un grado di protezione minimo di IP2X, mentre per quelle superfici di involucri a portata di mano si dovrà avere un grado di protezione minimo IP4X.

All'interno di tali involucri sarà possibile accedere con attrezzo o chiave ad esemplare unico affidato a personale addestrato o con sezionamento delle parti attive mediante interruzione dell'alimentazione elettrica.

4.6 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Saranno protette contro i contatti indiretti 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, potranno trovarsi sotto tensione (masse).

La protezione sarà attuata con il collegamento di tutte le parti metalliche al conduttore di protezione (PE) o con l'impiego di idonei interruttori differenziali posti a monte delle parti da proteggere; in alternativa o congiuntamente ai sistemi anzidetti si potrà prevedere, ove necessario, l'impiego di apparecchiature a doppio isolamento (classe II).

4.7 CRITERI DI VERIFICA ADOTTATI

Le linee elettriche, gli interruttori e tutte le apparecchiature di protezione saranno calcolate sulla base delle Norme CEI e saranno verificate in base alle prescrizioni indicate nelle Norme CEI 64-8.

I calcoli di dimensionamento e verifica saranno eseguiti in base alle seguenti considerazioni tecniche indicata nella relazione “calcoli elettrici” allegata al progetto. Sinteticamente si riassumono gli elementi a base di calcolo:

- Portate di corrente I_z in regime permanente dei conduttori;
- Valori di resistenza, reattanza e cadute di tensione in c.a. per cavi in rame;
- Calcolo dell'integrale di Joule del corto circuito; calcolato in base alle CEI 64-8, considerando il corto circuito più pericoloso ed il relativo tempo di intervento degli sganciatori magnetici dell'interruttore.
- Calcolo del valore caratteristico dei cavi per l'integrale di Joule; secondo C.E.I. 64-8 (con $K = 115$ per PVC. e 146 per gomma G7).

5.0 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

5.1 GENERALITA'

L'impianto è già servito da un impianto di terra realizzato mediante i seguenti elementi:

- Dispersore di terra
- Collettori di terra
- Conduttori di terra
- Conduttori di protezione
- Conduttori equipotenziali

Pertanto laddove previsto, l'impianto di terra esistente sarà ampliato con i seguenti elementi.

DISPERSORE DI TERRA

L'impianto di terra sarà essenzialmente costituito da un conduttore in corda di rame nuda da 50 mmq, interrata a circa 50 cm di profondità, posato nel letto dello scavo previsto per l'allettamento dei nuovi cavidotti della distribuzione principale di Bassa Tensione.

Il percorso del conduttore sarà indicato sulla planimetria dell'impianto di terra, allegata al progetto.

Il dispersore in corda di rame sarà integrato da picchetti/spandenti (dispersori ausiliari infissi nel terreno per una profondità di circa 1,5 m) e dove possibile, dalla connessione alle armature di fondazione delle strutture.

Nei pressi delle cabine di ricezione, consegna e trasformazione, saranno installate, all'interno di pozzetti ispezionabili, puntazze in acciaio zincato da 150 cm e diametro 18 mm, raccordate al dispersore cordato.

Le posizioni dei dispersori saranno segnalate da idonei cartelli indicatori e saranno indicati nella planimetria elettrica sistema di messa a terra.

COLLETTORI DI TERRA

Saranno realizzati i seguenti tipi di collettori:

- collettore di cabina MT di consegna e trasformazione
- collettori nei quadri di potenza
- collettori nei quadri di servizio
- collettori esterni di equalizzazione del potenziale

Inoltre nel locale di Media Tensione (cabina di consegna e trasformazione) sarà realizzato un collettore distribuito, fissato a parete sul lato destinato ad ospitare il quadro protetto di Media Tensione, in piatto di rame con dimensioni minime 25x3 mm, direttamente raccordato, in almeno 4 punti, al dispersore in corda di rame, sottostante il locale.

COLLETORE DI CABINA MT

Nel locale MT della cabina di ricezione e trasformazione sarà costituito da un nodo principale di terra, impiegando una barra di rame della sezione minima di 50x5 mm, fissata saldamente a parete, in esecuzione a vista, mediante isolatori in resina. Al collettore saranno collegate le masse e i conduttori di protezione dei trasformatori.

COLLETORE NEI QUADRI DI POTENZA

Ciascun quadro di potenza, sarà equipaggiato di proprio collettore di terra, allo stesso confluiranno:

- il conduttore di protezione PE DORSALE, proveniente dal quadro di alimentazione posto immediatamente a monte;

- tutti i conduttori di protezione associati a ciascuna linea alimentata: cavi N07V-K per linee in cavi unipolari o conduttore gialloverde dei cavi multipolari tipo FG7OR.

COLLETTORI NEI QUADRI DI SERVIZIO

Tutti i quadri di servizio (quadri di distribuzione interna agli edifici e quadretti locali) saranno equipaggiati con proprio collettore di terra; al collettore confluiranno:

- conduttore di protezione PE DORSALE, proveniente dal quadro di alimentazione posto immediatamente a monte;
- conduttore di terra, in cavo N07V-K, con sezione minima di 6 mmq, per il collegamento al dispersore cordato presente nelle vicinanze della zona servita dal quadro (con funzione di equalizzazione del potenziale);
- tutti i conduttori di protezione associati a ciascuna linea alimentata: cavi N07V-K per linee in cavi unipolari o conduttore gialloverde dei cavi multipolari tipo FG7OR;
- eventuali conduttori di equipotenzialita' EQP in cavi tipo N07V-K.

I collettori saranno costituiti impiegando una barra di rame della sezione minima di 30x4 mm, fissata saldamente sulla parete delle vasche in cls, in esecuzione a vista.

Ai collettori così realizzati confluiranno:

- corda di rame da 50 mmq raccordata al dispersore cordato sottostante la zona servita dal collettore;
- conduttori di equipotenzialita' (EQP) alle masse estranee presenti nella zona servita dal collettore, quali:
- tubazioni
- passerelle e/o ringhiere metalliche
- serbatoi metallici
- quanto altro reputato opportuno per la migliore equalizzazione del potenziale e per la riduzione della tensione di contatto conseguente a guasto a massa sui circuiti BT

CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Tutte le masse degli utilizzatori saranno collegate, tramite conduttore di protezione PE di opportuna sezione, al collettore presente nel quadro di alimentazione.

CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

Tutti i conduttori di equalizzazione del potenziale (principali e supplementari) dovranno rispettare le prescrizioni di cui al punto 547 delle norme CEI 64-8/5.

Le sezioni dei conduttori di protezione e le derivazioni alle singole apparecchiature, saranno realizzate con corda isolata di sezione adeguata, secondo le prescrizioni indicate nelle norme CEI 64.8 (par. 543.1) e consisterà nel determinare la sezione come di seguito indicato:

Spe = Sf	se	Sf < 16mm ² ;
Spe = 16 mm ²	se	16 < Sf < 35 mm ² ;
Spe = Sf	se	Sf > 35 mm ² ;

VERIFICHE E MISURE DELL'IMPIANTO DI TERRA.

A lavori ultimati l'Impresa installatrice dovrà procedere all'esecuzione delle misure di resistenza di terra e di passo e/o di contatto, nel rispetto delle indicazioni della norma CEI 99-2 e CEI 99-3, provvedendo a richiedere all'ENEL il valore della corrente di guasto a terra e il tempo di intervento delle protezioni secondo le norme CEI.

5.2 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Per le strutture oggetto di intervento è stata effettuata la valutazione del rischio contro le scariche atmosferiche, in accordo con le norme CEI EN 62305.

In particolar modo la valutazione del rischio è stata effettuata per le seguenti strutture:

- Cabine prefabbricate (cabina derivazione linea MT, cabina di trasformazione MT/BT e cabina locale quadro Q-PTS) ;

Le componenti del rischio prese in esame sono state:

- R1 rischio di perdite di vite umane;
- R2 rischio di perdite del servizio pubblico.

Dalla valutazione del rischio, risulta che le strutture oggetto della verifica, risultano essere autoprotette, poiché il valore del rischio è inferiore al valore del rischio tollerato.

Inoltre come misura preventiva contro il rischio da fulminazione, al fine di limitare l'eventuali perdite economiche caratterizzate dal rischio R4, si dovranno adottare i seguenti sistemi di protezione:

- sistema di scaricatori (SPD) adeguatamente scelti e coordinati, da inserire sulle linee in arrivo dei quadri di potenza, al fine di limitare i danni sulle componenti elettriche ed elettroniche;
- equipotenzializzazione delle strutture mediante le interconnessioni dei ferri di armatura all'impianto di terra generale, questo garantirà la schermatura contro i campi elettromagnetici e ridurrà eventuali tensioni di passo e di contatto generati dalle correnti di fulmine.

6.0 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI

Gli impianti di illuminazione nei locali tecnici saranno progettati per i seguenti livelli di illuminazione medi:

- sala quadri: 200 lux

I valori assunti derivano dalle indicazioni delle norme CEI e della norma UNI 12464 che tratta specificatamente le caratteristiche da rispettare nella scelta dei corpi illuminanti destinati all'illuminazione di interni con luce artificiale, in funzione dei compiti visivi svolti, nei locali aventi diverse destinazioni d'uso.

6.1 ILLUMINAZIONE INTERNA

L'impianto di illuminazione interna negli edifici tecnici sarà realizzato con armature illuminanti che avranno grado di protezione minimo IP55, tale precauzione garantirà la protezione dei corpi illuminanti contro eventuali getti d'acqua o fenomeni di umidità.

CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE

All'interno delle cabine prefabbricate (cabina derivazione linea MT, cabina di trasformazione MT/BT e cabina locale quadro Q-PTS), saranno installate lampade del tipo stagno avente grado di protezione minimo IP55.

Le lampade utilizzate saranno del tipo fluorescente lineare di potenza pari a 18/36/58W, combinati in diverse soluzioni in funzione del tipo di plafoniera installata.

6.2 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Ogni tipo di illuminazione che si utilizza in mancanza dell'alimentazione normale, viene definita come illuminazione di emergenza, la quale deve essere alimentata da una sorgente di energia indipendente (batterie, UPS o gruppo elettrogeno). A sua volta, l'illuminazione di emergenza può essere di due tipi:

- *illuminazione di sicurezza*: serve per fornire un livello di sicurezza adeguato alle persone che si vengono a trovare in una situazione di mancanza dell'illuminazione ordinaria e ad evitare quindi che accadano incidenti o situazioni pericolose. Non è un tipo di illuminazione che può essere utilizzata per svolgere mansioni ordinarie, ma è unicamente funzionale alla mobilità in sicurezza delle persone;
- *illuminazione di riserva*: serve per poter continuare, senza sostanziali cambiamenti, le stesse attività, gli stessi lavori che si stavano facendo durante il funzionamento dell'illuminazione normale. E' evidente quindi che il livello di illuminamento che occorre raggiungere con l'illuminazione di riserva deve essere almeno pari a quello dell'illuminazione ordinaria, perché se così non fosse, non sarebbe possibile continuare il lavoro precedente. Solo in un caso è consentito avere un livello di illuminazione di riserva inferiore a quello dell'illuminazione normale: se viene utilizzata solo per terminare e chiudere l'attività in corso e non per continuarla indefinitamente. Esempi possibili sono l'illuminazione in un impianto sportivo per permettere la conclusione dell'evento oppure l'illuminazione in un'attività lavorativa che non può essere interrotta. Poiché l'illuminazione di riserva non riguarda la sicurezza, ma solo la continuità di servizio, leggi e norme non se ne occupano in modo esplicito. Se però, come è possibile, l'illuminazione di riserva viene utilizzata anche come illuminazione di sicurezza, allora ad essa si applicano, come è evidente, tutte le leggi e le norme applicabili all'illuminazione di sicurezza.

Pertanto nel nostro caso sarà garantita in ogni nuova struttura l'illuminazione di sicurezza, mediante l'utilizzo di lampade fluorescenti autoalimentate o corpi illuminanti dotati di kit di emergenza ai sensi delle rispettive norme di legge.

Inoltre, dato che tutti i quadri servizi che alimentano le linee luci sono sottesi in caso di emergenza al gruppo elettrogeno sarà garantita l'illuminazione di riserva.

7.0 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE PRESE E COMANDI

Prese e comandi per impianti interni della serie civile.

Il sistema delle apparecchiature dovrà essere composto da apparecchi modulari componibili, da installarsi entro scatole unificate rettangolari.

Ogni apparecchio impiegato dovrà essere conforme alle Norme CEI corrispondenti e dovrà essere preferibilmente dotato di marchio IMQ.

Le scatole da incasso dovranno essere realizzate in materiale termoplastico autoestinguente e dovranno essere attrezzate sia per il fissaggio del supporto porta apparecchi che delle placche autoportanti. Sarà cura dell'installatore posizionare le scatole in zone protette da eventuali urti meccanici, che possono danneggiare le stesse.

I supporti dovranno essere costruiti per consentire un semplice inserimento sia dei frutti che delle placche e dovranno essere di tipo preforato per il numero massimo di apparecchi installabili sul supporto stesso.

Le placche di copertura dovranno essere in metallo pressofuso con verniciatura in poliestere, o in tecnopolimero, compatibili con il numero di frutti da installare.

Le apparecchiature di comando dovranno essere perfettamente componibili con il sistema scatole-supporto-placca.

Le caratteristiche principali delle apparecchiature dovranno essere:

- portata minima 10 A;
- elevato numero di manovre effettuabili

La dotazione base minima di ogni punto presa sarà costituita da un frutto presa di tipo bipasso (bipolare da 10/16 A), con contatto di terra centrale, perfettamente componibile con il sistema, dotata di alveoli schermati; inoltre potranno essere aggiunte prese del tipo telefonico e prese per comunicazione dati (tipo RJ45)

Le altezze d'installazione (da pavimento finito) delle varie apparecchiature, riferite al filo inferiore del pavimento, dovranno essere:

- per le apparecchiature di comando: 100-120 cm
- per le prese ambiente: 20-40 cm

Prese CEE in esecuzione IP 55.

Le prese di tipo industriale saranno tutte della serie CEE 17, interbloccate da 16 A (2P+T per le monofasi, 3P+T per le trifasi), sempre con grado di protezione minimo IP55.

I quadretti prese, per posa esterna a vista saranno installati laddove il progetto prevede una distribuzione a vista (canalizzazioni metalliche e tubi rigidi di PVC) ed avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo in PVC autoestinguente per posa a parete e grado di protezione IP 55, con vano portafusibili, con portella trasparente, conforme CEI 23-48;
- fusibili di protezione

- N.1 presa CEE interbloccata 2P+T da 16 A, IP 55
- N.1 presa CEE interbloccata 3P+T da 16 A, IP 55

I quadretti saranno dati in opera perfettamente installati e cablati, raccordati alla tubazione di alimentazione, in esecuzione complessiva (compreso il raccordo alla tubazione di alimentazione) IP55.

Sarà cura dell'installatore posizionare i quadri prese con i dovuti accorgimenti al fine di proteggerli da eventuali urti meccanici, che possono comprometterne il funzionamento.

Comandi e prese stagni per interno

I punti di comando e le prese 220 V, da utilizzare negli impianti in esecuzione IP 55, sia incassati che a vista, avranno le seguenti caratteristiche:

- scatola di contenimento in materiale plastico autoestinguente. idonea per posa a parete e raccordo a tubi rigidi di PVC, o per posa incassata e raccordo a tubi corrugati;
- supporto portafrutto montabile a mezzo 4 viti sul corpo scatola;
- frutto di comando (interruttore, deviatore, pulsante) o presa 220 V (bipasso 2P+T da 16A), idonei al montaggio diretto sul supporto portafrutto;
- guaina cedevole per frutti di comando, in plastica trasparente;
- portella apribile, con richiusura a molla per frutti presa;
- grado di protezione (a portella chiusa) IP 55.

La distribuzione di energia elettrica alle prese FM avviene con conduttori elettrici del tipo FS17 posati entro canalina o in tubazione in PVC.

Sono previste prese FM per uso civile e per uso industriale, in esecuzione stagna, complete di custodia in materiale isolante.

L'indicazione delle prese e dei comandi sarà riportata negli allegati grafici di progetto.

Sarà cura dell'installatore posizionare i quadri prese con i dovuti accorgimenti al fine di proteggerli da eventuali urti meccanici, che possono comprometterne il funzionamento.

8.0 IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO

L'impianto in questione presenta delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco e quindi che sono classificati secondo le norme CEI a maggior rischio in caso di incendio.

Per tali luoghi si adotteranno provvedimenti per la prevenzione e protezione degli incendi e gli impianti saranno soggetti a specifiche norme di progetto.

La zona interessata dai provvedimenti suddetti è la seguente:

- 1) Gruppo elettrogeno da 500 kVA

Per quanto riguarda la parte impiantistica soggetta alle norme CEI tali aree saranno classificate come luoghi “*marci di tipo C*”, ovvero luoghi in cui il rischio è maggiore per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, manipolazione o deposito (carico di incendio specifico >450 MJ/mq).

Per i *luoghi di tipo C* il grado di protezione deve essere almeno IP4X per gli involucri dei componenti dell'impianto (ad esclusione delle condutture), per gli apparecchi d'illuminazione (ad esclusione delle lampade) e per i motori (il grado di protezione IP4X nei motori si riferisce agli involucri delle morsettiere e dei collettori mentre per le altre parti attive il grado di protezione deve essere almeno IP2X).

Negli ambienti “*marci di tipo C*” si potranno installare solo i componenti elettrici strettamente necessari, ad eccezione delle condutture che possono anche transitare nell'ambiente; il combustibile costituente gli impianti deve, infatti, essere limitato allo stretto necessario per rendere minima la possibilità di innesco e propagazione dell'incendio e quello presente deve possedere idonee caratteristiche di reazione al fuoco. Tutti i componenti elettrici non dovranno assumere temperature superiori a quelle indicate nella seguente tabella sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione (Norme CEI 64-8 art. 423).

Inoltre tutti i componenti utilizzati, sempre sia in funzionamento ordinario che in funzionamento durante un guasto dell'impianto, dovranno aver superato le prove di comportamento relativamente al pericolo d'innesco e propagazione degli incendi, previste dalle specifiche norme CEI; in mancanza di norme specifiche per i componenti elettrici costruiti con materiali isolanti, i criteri da seguire sono quelli della tabella seguente (Norme CEI 64-8 art. 422).

Ovviamente i vari componenti dell'impianto dovranno essere installati tenendo conto delle condizioni ambientali e in conformità alle prescrizioni di sicurezza e alle rispettive Norme.

In particolare devono essere ubicati in modo da non essere soggetti allo stillicidio di combustibili liquidi.

9.0 IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

L'impianto in questione presenta dei luoghi con pericolo di esplosione e quindi che sono stati appositamente classificati.

Per tali luoghi si adotteranno provvedimenti per la prevenzione e protezione contro il pericolo di esplosione e gli impianti saranno soggetti a specifiche norme di progetto.

Le utenze interessate dai provvedimenti suddetti sono le seguenti:

- 1) N.1 Torcia di combustione biogas
- 2) N.2 Soffianti biogas
- 3) N.9 Pompe dei pozzi

9.1 DEFINIZIONI

La classificazione delle zone è una misura di protezione contro il pericolo di esplosione, in quanto ad esse è associato un livello di probabilità di presenza di un'atmosfera esplosiva.

È così possibile evitare che sorgenti di accensione efficaci si trovino in tali zone, mediante la scelta di apparecchiature con un adeguato livello di protezione ed adottare le opportune misure di sicurezza di tipo tecnico ed organizzativo.

Si distinguono i seguenti tre tipi di zone per miscele pericolose in aria (in condizioni atmosferiche) di gas, vapore e nebbie:

- **Zona 0** “Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili, sotto forma di gas, vapore o nebbia”.
- **Zona 1** “Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili, sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività”.
- **Zona 2** “Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili, sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata”.

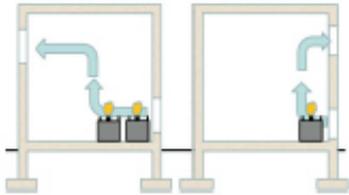
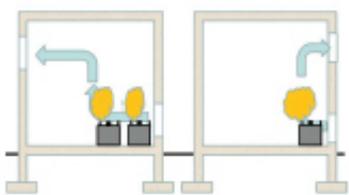
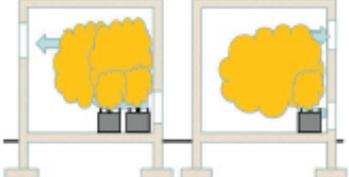
Criteri e procedure di classificazione delle aree

Esistono diversi metodi per effettuare la classificazione delle aree che fanno riferimento a norme, guide e raccomandazioni. Il D.lgs. 81/08 nell'All. XLIX afferma che si può, ma non è obbligatorio, fare riferimento alle norme europee EN 60079- 10 (CEI 31-30) per atmosfere esplosive in presenza di gas ed alla norma EN 61241-10 (CEI 31-66) per atmosfere esplosive in presenza di polveri combustibili, nonché alle guide CEI 31-35 (gas) e CEI 31-56 (polveri).

La norma EN 60079-10-1 si basa sugli effetti della ventilazione ed in particolare sul grado di ventilazione e propone un metodo analitico attraverso il quale si determina il tipo di zona.

La guida CEI 31-35 si basa sulla norma europea e propone un procedimento per la valutazione dell'estensione della zona.

Tabella 6: Grado di ventilazione

<p>Grado di ventilazione alto</p>	<p>Si ha quando la ventilazione è in grado di ridurre la concentrazione in prossimità della sorgente di emissione in modo praticamente istantaneo, limitando la concentrazione al di sotto del limite inferiore di esplosibilità. Ne risulta una zona di estensione trascurabile. Tuttavia, quando la disponibilità della ventilazione non è buona, un altro tipo di zona può circondare la zona di estensione trascurabile.</p>	
<p>Grado di ventilazione medio</p>	<p>Si ha quando la ventilazione è in grado di controllare la concentrazione, determinando una zona limitata stabile, sebbene l'emissione sia in corso, e dove l'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non persista eccessivamente dopo l'arresto dell'emissione. L'estensione ed il tipo della zona sono condizionati dalle grandezze caratteristiche di progetto.</p>	
<p>Grado di ventilazione basso</p>	<p>Si ha quando la ventilazione non è in grado di controllare la concentrazione mentre avviene l'emissione e/o non può prevenire la persistenza eccessiva di un'atmosfera esplosiva dopo l'arresto dell'emissione.</p>	

Di seguito si illustra in maniera semplice e sintetica la procedura per la classificazione di ambienti dove può formarsi un'atmosfera pericolosa per miscele di aria con gas, secondo la norma EN 60079-10-1 (CEI 31-87). Tale norma non è di facile applicazione per cui si fa riferimento alla relativa Guida CEI 31-35.

È evidente che la prima cosa da fare è individuare le sostanze pericolose determinando i parametri fisici che le caratterizzano, come per esempio:

- massa volumica;
- temperatura di accensione;
- temperatura d'infiammabilità;
- LEL;
- UEL.

Si ricorda che, nel caso di una miscela di sostanze infiammabili, il LEL può essere definito tramite la legge di Le Chatelier (vedi CEI 31-35).

Altri parametri possono essere necessari a seconda della specifica situazione (es. tensione di vapore). Successivamente, occorre individuare le possibili fonti di emissione di sostanze infiammabili registrandone ubicazione e caratteristiche.

Una sorgente di emissione di **grado continuo** è per esempio la superficie di un liquido, mentre sono di **primo grado** le emissioni occasionali da giunti, valvole o sfiati che si possono verificare nel normale funzionamento.

Sono di **secondo grado**, per esempio, le emissioni da flange, valvole o giunti che non sono previste nel normale funzionamento, ma solo in fase di guasto.

Si procede, quindi, calcolando le portate di emissione Q_g (kg/s) di tutte le sorgenti (esistono formule riportate nella guida CEI 31-35 per diversi casi).

A questo punto sono disponibili tutti i dati per determinare il tipo di zona e sono:

- grado di emissione;
- grado della ventilazione;
- disponibilità della ventilazione.

Nel nostro caso trattasi di apparecchiature in ambienti esterni (soffianti/torcia/pompe), influenzati da una buona ventilazione e quindi saranno sorgenti di emissione di **secondo grado**.

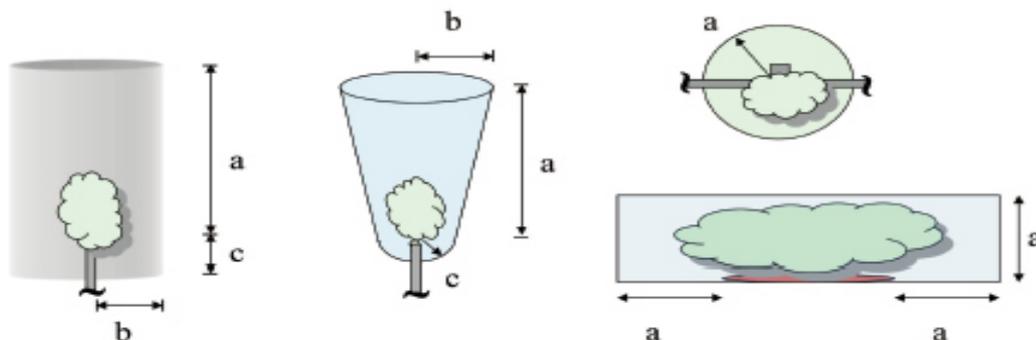
Solo la parte della sommità della torcia sarà di grado continuo.

Quindi le zone saranno determinate come da tabella sottostante.

Tabella 11: Determinazione delle zone

Grado della emissione	Grado della ventilazione						
	alto			medio			basso
	Disponibilità della ventilazione						
	buona	adeguata	scarsa	buona	adeguata	scarsa	qualsiasi
Continuo	0 NE	0 NE + 2	0 NE + 1	0	0 + 2	0 + 1	0
Primo	1 NE	1 NE + 2	1 NE + 2	1	1 + 2	1 + 2	1/ 0
Secondo	2 NE	2 NE	2 NE	2	2	2	1/ 0

L'estensione della zona pericolosa, quando essa non comprenda tutto l'ambiente in esame, è determinata dalla quota "a" già definita e dalle dimensioni della sorgente di emissione. La forma (figura 8) sarà scelta in funzione del tipo di emissione per esempio sfera, cilindro o cono, ricavando le dimensioni rappresentative con multipli o sottomultipli di "a".



Inoltre tutte le apparecchiature installate nelle zone suddette con pericolo di esplosione dovranno attenersi alla Direttiva ATEX 94/9/CE. Inoltre dovranno possedere la seguente certificazione CE con la seguente sigla identificativa:

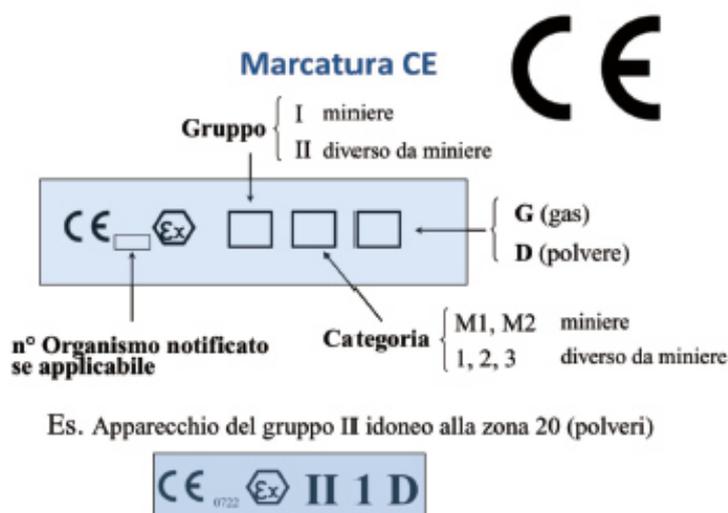


Figura 11: Marcatura ai sensi della direttiva

Livello di protezione delle apparecchiature EPL (Equipment Protection Level)

L'adozione a livello europeo delle norme internazionali IEC, a partire dalla norma EN 60079-0, ha introdotto, per identificare il livello di protezione di un'apparecchiatura, il concetto di EPL.

Questo livello di protezione si basa sulla probabilità che l'apparecchio abbia una sorgente di accensione analogamente a quanto avviene per le categorie nella Direttiva ATEX 94/9/CE, anzi le definizioni sono identiche.

Quello che è importante precisare è che, a seguito di questa trasposizione all'interno delle norme, l'EPL sta gradualmente sostituendo le categorie della Direttiva ATEX 94/9/CE.

Le apparecchiature devono essere scelte in funzione della zona pericolosa, delle sostanze presenti, delle temperature di accensione e delle caratteristiche ambientali dei luoghi di installazione.

Zona pericolosa		Categoria direttiva 94/9/CE
Gas e vapori	Zona 0	1G
Gas e vapori	Zona 1	2G oppure 1G
Gas e vapori	Zona 2	3G oppure 2G oppure 1G
Polveri	Zona 20	1D
Polveri	Zona 21	2D oppure 1D
Polveri	Zona 22	3D oppure 2D oppure 1D

Pertanto in base al tipo di zona (pompe pozzi/soffianti/torcia) si dovranno installare apposite apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche (nel nostro caso di tipo 3G o 2G in zona 2.

10.0 ALLEGATO N.1 - RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEI RISCHI DOVUTI AL FULMINE

Individuazione località

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Str. Vicinale del Puro IV, 27, 76125 Trani BT, Italia

Latitudine: 41.255028

Longitudine: 16.359190

Individuazione del valore Ng nella località prima citata

Il valore di Ng, ovvero della densità di fulminazione nella località in oggetto è pari a **Ng=1,23**
fulmini / anno *kmq

CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

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 R1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013;
- CEI 81-29
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Febbraio 2014;
- CEI 81-30
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"
Febbraio 2014.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

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

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

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$Ng = 1,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 6 B (m): 3,5 H (m): 3,5

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
- perdita economica

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

- rischio R1;

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 o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);

- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

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

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

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

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

RA: 9,55E-11

RB: 3,82E-10

RU(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

RV(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

Totale: 4,78E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,78E-10

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 4,78E-10$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 4,78E-10$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

9. APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 6 B (m): 3,5 H (m): 3,5

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 1,23$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) $L = 550$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Linea in tubo o canale metallico

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

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ghiaia ($rt = 0,0001$)

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: cartelli monitori

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Interfaccia isolante

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

Valori medi delle perdite per la zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2400

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,74E-07$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,10E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 30000

Valore del contenuto (€): 100000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000

Valore totale della struttura (€): 130000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 7,69E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 8,85E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

Rischio 4: R_b R_c R_m R_v R_w R_z

APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente r_f alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente r_t alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

FS1: 3,49E-04

FS2: 9,62E-03

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 9,97E-03

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 5,67E-04 km²

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,91E-01 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 3,49E-04

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 4,81E-01

Linee elettriche

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

LINEA ENERGIA

AL = 0,022000 km²

AI = 2,200000 km²

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

LINEA ENERGIA

NL = 0,002706

NI = 0,270600

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PC = 2,00E-02

PM (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PM = 2,00E-02

PU (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PV (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

CABINA LOCALE QUADRO

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 R1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1

"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2

"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3

"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-4

"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"

Febbraio 2013;

- CEI 81-29

"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"

Febbraio 2014;

- CEI 81-30

"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).

Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"

Febbraio 2014.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

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

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

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$Ng = 1,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 5 B (m): 2,5 H (m): 2,5

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
- perdita economica

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

- rischio R1;

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 o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

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

Z1: CABINA LOCALE QUADRO

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

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

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

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

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

RA: 5,09E-11

RB: 2,04E-10

RU(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

RV(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

Totale: 2,55E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,55E-10

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 2,55E-10 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,55E-10 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 5 B (m): 2,5 H (m): 2,5

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore (CD = 0,5)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 1,23

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 400

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Linea in tubo o canale metallico

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

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: CABINA LOCALE QUADRO ELETTRICO

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ghiaia (rt = 0,0001)

Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)

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

Protezioni antincendio: nessuna (rp = 1)

Schermatura di zona: assente

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

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Interfaccia isolante

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

Valori medi delle perdite per la zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2400

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 2,74E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 1,10E-06

Rischio 4

Valore dei muri (€): 30000

Valore del contenuto (€): 100000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000

Valore totale della struttura (€): 130000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 7,69E-03

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 8,85E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente r_f alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente r_t alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: CABINA LOCALE QUADRO ELETTRICO

FS1: 1,86E-04

FS2: 9,59E-03

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 9,78E-03

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 3,02E-04 \text{ km}^2$

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

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,86E-04$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 4,80E-01$

Linee elettriche

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

LINEA ENERGIA

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

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

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

LINEA ENERGIA

$NL = 0,001968$

NI = 0,196800

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PC = 2,00E-02

PM (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PM = 2,00E-02

PU (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PV (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

CABINA DI DERIVAZIONE LINEA MT

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 R1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1

"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2

"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3

"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-4

"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"

Febbraio 2013;

- CEI 81-29

"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"

Febbraio 2014;

- CEI 81-30

"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).

Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"

Febbraio 2014.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

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

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

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$N_g = 1,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 2,5 B (m): 2,5 H (m): 2,5

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
- perdita economica

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

- rischio R1;

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 o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

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

Z1: CABINA DI SERIVAZIONE LINEA MT

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

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

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

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

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: CABINA DI DERIVAZIONE LINEA MT

RA: 5,09E-11

RB: 2,04E-10

RU(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

RV(IMPIANTO ELETTRICO): 0,00E+00

Totale: 2,55E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,55E-10

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 2,55E-10 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,55E-10 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

A (m): 2,5 B (m): 2,5 H (m): 2,5

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore (CD = 0,5)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 1,23

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 400

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Linea in tubo o canale metallico

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

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ghiaia ($r_t = 0,0001$)

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: cartelli monitori

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Interfaccia isolante

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

Valori medi delle perdite per la zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 2400

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,74E-07$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,10E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 30000

Valore del contenuto (€): 100000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000

Valore totale della struttura (€): 130000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 7,69E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 8,85E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CABINA DI TRASFORMAZIONE

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente r_f alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente r_t alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

FS1: 1,86E-04

FS2: 9,59E-03

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 9,78E-03

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,02E-04 km²

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 1,90E-01 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,46E-04

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,80E-01

Linee elettriche

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

LINEA ENERGIA

AL = 0,016000 km²

AI = 1,600000 km²

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

LINEA ENERGIA

NL = 0,001968

NI = 0,196800

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: CABINA DI TRASFORMAZIONE

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PC = 2,00E-02

PM (IMPIANTO ELETTRICO) = 2,00E-02

PM = 2,00E-02

PU (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PV (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO) = 0,00E+00