



COMMITTENTE	Prov. Regionale di Ragusa	INFRASTRUTTURE DI ASSISTENZA E CONTROLLO DEL PORTO DI POZZALLO E DEGLI AGGLOMERATI INDUSTRIALI	Rev.n.	Data
	LOCALITA'		Comune Pozzallo (RG)	
OGGETTO	Stazione di servizio passeggeri porto di Pozzallo			
DESCRIZIONE	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO			
Studio Dott. Ing. C. MOLTISANTI SIRACUSA Via Damone r.co l n.8 Tel. 0931-411448	Scala	/	PROGETTO N. S/1103	DATA
	Tavola	D2.0	Progettista:	Dott. Ing. C. Moltisanti
	Diseg.	A.M.	Direttore lavori:	Dott. Ing. C. Moltisanti
			Collaboratori:	Dott. Ing. A. Moltisanti Dott. Ing. G. Moltisanti

Questo disegno e' di Ns. proprieta' e non puo' essere riprodotto o mostrato a terzi senza la Ns. autorizzazione.

DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMMOBILE

Il locale il cui impianto elettrico è oggetto della seguente è la struttura di Controllo del Porto di Pozzallo e degli Agglomerati Industriali della Provincia di Ragusa - STAZIONE PASSEGGERI. Sita nel porto di Pozzallo in provincia di Ragusa.

Per tali locali la progettazione dell'impianto elettrico, intesa come nuovo impianto, sarà effettuata secondo le norme vigenti., considerando i locali a maggior rischio d'incendio e di tipo 2 secondo le norme CEI.

Normativa di riferimento.

- D.P.R. 27.04.1955 n° 547
- Legge 1-3-1968 n.186
- D.M.37/2008 (Regolamento attuazione legge n. 248/2005).
- D.LGS. N. 81/2008 (Testo unico sicurezza lavoro)
- Norme CEI 64.8
- Norme UNI

DATI DI PROGETTO.

Tra i dati di progetto si assume al punto di consegna dell'ente erogatore un sistema trifase TT (L1 L2 L3 N), con tensione nominale di 400V, 50 Hz, a cui è connesso il quadro principale di cui il presente impianto rappresenta una derivazione.

Il gruppo di misura, sarà costituito da un contatore di energia attiva, con indicatore di massima potenza.

In sede di progetto, il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato secondo i dati di assorbimento elettrico ipotizzati per la tipologia d'uso a cui sono destinati i locali. Gli impianti saranno simili per ogni struttura e come di seguito indicato.

Il dimensionamento dei circuiti, per maggior sicurezza, è stato eseguito prevedendo, per ogni linea elettrica, le condizioni più gravose di carico elettrico, tenendo conto dei coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione dei carichi forniti dal committente e di contenere la caduta di tensione entro i limiti stabiliti dalle norme CEI di riferimento.

Si è tenuto conto di una corrente presunta di cortocircuito nel punto di consegna di 10 KA (dato da verificare in sede di progetto esecutivo presso l'Ente distributore).

In base ai coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione, determinati secondo i dati forniti dal committente e in base ai calcoli effettuati, il nuovo impianto richiede una potenza elettrica di circa 54 KW.

CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE.

Descrizione generale dell'impianto realizzato.

L'intero impianto è stato suddiviso in più circuiti in funzione delle esigenze dell'attività svolta, dell'opportunità di limitare il carico su ogni linea per ottenere un buon coordinamento con le protezioni dalle sovracorrenti, per soddisfare i requisiti di sicurezza e per garantire una certa continuità di servizio. Per tener conto delle esigenze lavorative, si sono adottati adeguati valori di coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione.

Il quadro generale dell'impianto elettrico (Q1), a valle della cabina di fornitura elettrica esistente e posto nel locale servizi tecnologici posto adiacente al fabbricato (vedi planimetria), e presenta un interruttore generale quadripolare, e blocco differenziale. Dal quadro elettrico generale dell'impianto Q1 si dipartono tutti i circuiti che alimentano i carichi all'interno del fabbricato e in particolare la linea che alimenta il quadro di distribuzione secondaria (Q2) che alimenta l'area oggetto del progetto. L'interruttore generale dell'impianto elettrico, che si trova nel quadro generale Q1 permette, con una sola manovra, di togliere l'alimentazione all'intero impianto: pertanto funge anche da interruttore d'emergenza. Tale funzione dovrà essere individuata mediante apposita scritta.

Si precisa che allo sgancio dell'interruttore generale (quadro Q1), la linea che alimenta le pompe antincendio rimarrà in tensione.

All'interno del quadro di distribuzione secondaria alloggiato le apparecchiature di misura e tutti i comandi di sezionamento e protezione delle dorsali che alimentano i vari sottoquadri e gli utilizzatori. In particolare, dal quadro Q1, vengono derivate le seguenti linee:

linea alimentazione quadro secondario Q2;

linea alimentazione pompe antincendio.

Dal quadro Q2 vengono derivate le seguenti linee:

- linee illuminazione interna (area attesa e area imbarco/sbarco) e linea alimentazione apparecchi illuminanti di sicurezza, protetti a monte da un interruttore automatico magnetotermico bipolare da 6 A. Le linee di cui sopra sono realizzate con cavi unipolari da 10 mm² e derivazione da 2,5 mm² (F+N+T).
- N° 1 circuito per l'alimentazione del sottoquadro QUC posto all'interno dell'area uffici controllo nella stazione portuale, realizzate con cavi unipolari da 6 mm² (F+N+T) protette a monte da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 20 A;
- linea alimentazione servizi, realizzate con cavi unipolari da 10 mm² (F+N+T), derivazioni da 2,5 mm², protette da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 16 A.
- N° 1 circuito per l'alimentazione del sottoquadro QN posto all'interno dell'area uffici comunali, realizzato con cavi unipolari da 10 mm² (F+N+T), derivazioni da 2,5 mm², protette da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 16 A.
- N° 1 circuito per l'alimentazione del sottoquadro QB posto all'interno dell'area BAR nella stazione portuale, realizzate con cavi unipolari da 10 mm² (F+N+T) protette a monte da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 16 A;
- N° 1 circuito per l'alimentazione del sottoquadro QN posto all'interno dell'area Uffici nella stazione portuale, realizzate con cavi unipolari da 10 mm² (F+N+T) protette a monte da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 16 A;
- N° 1 circuito per l'alimentazione delle pompe di calore nella stazione portuale, realizzate con cavi unipolari da 25 mm² (F+N+T) protette a monte da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 40 A;
- N° 1 circuito per l'alimentazione del sottoquadro QN posto all'interno dell'area "locale autoclave" nella stazione portuale, realizzate con cavi unipolari da 6 mm² (F+N+T) protette a monte da interruttore automatico magnetotermico bipolare da 16 A;

Il quadro generale QG, dovrà essere provvisto di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutti i sottoquadri prese ricevono l'alimentazione direttamente dal QG mediante cavidotti o posati incassati o entro canale per posa a vista, in materiale isolante metallico in grado di realizzare il grado di protezione richiesto.

Tutte le linee in partenza dal QG e dai sottoquadri sono protette a monte dai sovraccarichi e dai cortocircuiti mediante interruttori automatici magnetotermici come si può dedurre anche dagli schemi elettrici allegati alla presente relazione ove sono riportati, per ogni linea:

- caratteristiche principali dell'interruttore a monte;
- lunghezza linea;
- sezione dei conduttori di fase, neutro e protezione;
- caduta di tensione parziale e totale (tenendo conto dei circuiti a monte) della linea considerata;
- corrente di impiego presente in linea;
- portata dei cavi in relazione alla condizione di posa;
- corrente di corto circuito presunta ad inizio linea o nel punto di installazione dell'interruttore;
- potere di interruzione del dispositivo di protezione.

Quadri

Il quadro generale, del tipo AS o ANS, sarà realizzato secondo lo schema allegato. Dovrà essere provvisto di portello anteriore munito di chiusura a chiave, dotato di targa posta anche dietro il portello e sarà soggetto alle verifiche e alle prove di tipo e individuali previste dalla norma CEI 23-51, secondo le indicazioni fornite dal costruttore. Le varie linee dovranno essere facilmente identificate mediante targhette nere con lettere bianche e caratteri standardizzati. Il grado di protezione dell'involucro dovrà essere almeno IP2XC. Se l'involucro del quadro è metallico, separato dalle parti attive soltanto dall'isolamento principale, è una massa e va collegata all'impianto di terra.

Anche per tutti gli altri quadri si applica la norma CEI 23-51, relativa ai quadri di distribuzione per installazione fissa, per uso domestico e similare, realizzati assemblando involucri vuoti con dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile. Tutti i quadri dovranno essere sottoposti alla verifica della costruzione e identificazione e alla verifica del corretto cablaggio e del corretto funzionamento elettrico, alla prova della resistenza d'isolamento e alla verifica dei limiti di sovratemperatura. Se si installano quadri metallici, occorre verificare anche l'efficienza del circuito di protezione. I dati riportati sulla targa sono: nome o marchio del costruttore, tipo di quadro, corrente nominale del quadro, frequenza, tensione nominale di funzionamento e grado di protezione se è maggiore di IP2XC.

L'impianto sarà realizzato a vista, in tubi protettivi e canali.

Cavi

Per la realizzazione dei circuiti di energia dei locali si useranno i cavi isolati resistenti al fuoco conformi alla norma CEI 20-36 e 20-39 o a bassa emissione di gas per come in tabella.

<i>Tipo di cavo</i>	<i>Materiale isolamento guaina</i>		<i>Sigla cavo</i>	<i>Norma di riferimento</i>
Resistente al fuoco	Gomma reticolata speciale	Gomma reticolata speciale	(2) (3) Isolante minerale	CEI 20-36
	Ossido di magnesio	Rame		CEI 20-39
A bassa emissione di fumi	Gomma G10 reticolata	PVC speciale M1 EPR speciale M2	FG100M1/M2(2) Isolamento minerale	CEI 20-38
	Ossido di magnesio	Rame		CEI 20-39
<small>(1) Cavo per energia (2) Cavo per energia o per segnalazione o comando (3) Non esistono cavi con sigle armonizzate</small>				

Sarà usato il bicolore giallo-verde per i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali ed il blu chiaro per il conduttore di neutro.

A tal fine l'installatore elettrico dovrà prestare particolare attenzione all'uso dei colori che identificano i conduttori.

Tutti i cavi avranno sezione come indicato negli schemi di distribuzione. Tali sezioni sono state scelte in funzione delle correnti di impiego, e curando che la caduta di tensione sia inferiore al 4% della tensione di rete su qualunque punto della linea a partire dal punto di consegna da parte dell'Ente distributore. I tratti terminali delle linee non dovranno avere in nessun caso sezione inferiore a 1,5 mm² per l'alimentazione delle luci e prese da 10 A, e a 2,5 mm² per l'alimentazione delle prese da 16 A. La verifica della caduta di tensione è stata effettuata scegliendo i casi più gravosi nei circuiti previsti.

Condutture

Per mantenere i requisiti di impianti in locali a maggior rischio d'incendio le condutture dovranno essere di tipo 1 (ossia) o per le zone di tipo 3 dovranno rispettare i requisiti sotto indicati.

Possono essere realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione, installati in vista oppure con cavi sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canalette di metallo aperte o in tubi e canali non di metallo con grado di protezione almeno IP 4X e che offrano specifiche garanzie di comportamento all'incendio (resistenti alla prova del filo incandescente a 850°C). La funzione di conduttore di protezione può essere svolta dal canale stesso (o tubo) se metallico e dichiarato idoneo dal costruttore mentre nei canali o tubi costruiti con materiale isolante come cautela aggiuntiva può essere impiegato un conduttore di protezione nudo. In tal modo lungo tutto il circuito, affiancato ai conduttori di fase, corre il conduttore di protezione che, nel punto in cui avviene il guasto all'isolante del conduttore di fase, raccoglie e convoglia a terra la corrente di guasto. Si può così rilevare sia un guasto fase-terra sia un guasto fase-fase che, con la presenza del conduttore di protezione nudo, è tramutato in un guasto fase-terra offrendo la possibilità di eliminare il guasto al suo insorgere.

I circuiti nei sistemi TT e TN devono essere protetti mediante interruttore differenziale, anche se a intervento ritardato, con I_{dn} non superiore 300 mA per i circuiti terminali e non superiore a 1A per i circuiti di distribuzione (quando guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto mediante sistema a pellicola riscaldante, la I_{dn} deve essere di 30 mA);

Tubi

I tubi protettivi, pieghevoli o rigidi, in materiale isolante posati sotto pavimento devono essere di tipo medio o pesante (CEI 23-39). I tubi di tipo leggero (CEI 23-59) possono essere posati sottotraccia a parete. Per la posa a vista si useranno tubi rigidi di tipo medio. Le dimensioni interne dei tubi protettivi devono essere tali da permettere l'agevole infilaggio dei cavi dopo la messa in opera dei tubi stessi.

Si raccomanda un diametro interno dei tubi almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi da contenere. I tubi protettivi installati sottotraccia a parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo agli spigoli delle pareti. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi.

Il materiale dei tubi isolanti deve essere autoestinguento.

Canali

La sezione occupata dai cavi di energia nei canali non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso, tenuto conto del volume occupato dalle connessioni; tale prescrizione non si applica ai cavi di segnalazione e di comando. Il canale deve

essere munito di coperchio ed essere costruito in conformità alle relative norme CEI, in particolare deve avere almeno un grado di protezione IP 2X.

Cassette e connessioni

Le cassette di infilaggio e le derivazioni dovranno assicurare:

- agevole sfilabilità dai cavi (per gli impianti incassati);
- comode connessioni dei conduttori;
- grado di protezione meccanica idoneo all'ambiente ed alle condizioni di posa.

Saranno munite di coperchi rimovibili solo con l'uso di attrezzi.

E' buona norma che giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Le giunzioni e le derivazioni dei cavi, all'interno delle costruzioni, saranno unicamente effettuate a mezzo morsetti isolati (del tipo fisso o volante) entro cassette di derivazione, con serraggio dei conduttori tramite viti o compressione (usando specifico attrezzo).

L'isolamento dei morsetti, in ogni caso, sarà tale da non consentire il contatto diretto o indiretto con le parti attive se non previa rimozione del morsetto stesso.

Prese

Negli uffici e spogliatoi, le prese utilizzate sono quelle di tipo bipasso 2P+T 10/16 A a poli allineati con alveoli schermati. Le prese a muro saranno installate ad un'altezza dal piano di calpestio > di 17,5 cm.

E' bene che le prese siano protette da un interruttore automatico di corrente nominale non superiore alla corrente nominale della prese stesse: la protezione può essere singola o comune a più prese. Nel caso in cui si è scelto che un unico dispositivo di protezione protegga più prese, queste non potranno essere utilizzate contemporaneamente alla corrente nominale, ma solo per una corrente complessiva non superiore alla corrente nominale "In" del dispositivo suddetto.

Protezione contro i contatti diretti

Contro i contatti diretti, si realizzeranno misure di protezione totali, mediante isolamento, involucri o barriere.

Il materiale isolante deve essere adeguato alla tensione nominale verso terra del sistema elettrico, deve resistere alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici, alle alterazioni chimiche cui può essere esposto durante l'esercizio.

Tutti i componenti elettrici usati, durante il funzionamento ordinario, non dovranno superare le temperature massime ammesse ai fini della protezione contro le ustioni. Le parti a portata di mano che nel funzionamento ordinario possono superare, anche per brevi periodi, le temperature massime ammesse nelle relative norme CEI, sono protette con involucri o barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP 2X.

La protezione contro i contatti diretti verrà assicurata, nei luoghi dove può accedere personale non addestrato, ponendo le parti attive in protezioni di grado almeno IP 4X se poste in orizzontale a portata di mano. Gli elementi che assicurano tale grado di protezione devono poter essere rimossi solo tramite uso di attrezzi o sezionamento delle parti attive.

Protezione contro i contatti indiretti

Tale protezione sarà ottenuta tramite interruzione automatica del circuito e azione coordinata tra interruttori differenziali e impianto di terra.

Tutti i circuiti derivati faranno capo a una protezione differenziale. La portata ed il tipo degli interruttori sono stati fissati in funzione del carico e delle sezioni dei conduttori da proteggere, tenendo conto della selettività delle protezioni e dei tempi di intervento degli interruttori stessi.

Protezione contro il sovraccarico e il cortocircuito

Per la protezione dal cortocircuito delle condutture a valle, gli interruttori sono stati scelti con caratteristica tale da soddisfare la relazione:

$$I^2t < K^2 S^2$$

per la minima e massima corrente di corto circuito. Per la protezione contro i sovraccarichi gli interruttori hanno una corrente nominale "In" tale da soddisfare le relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \text{ e } I_f < 1.45 I_z,$$

dove I_b , I_n , I_z , I_f sono rispettivamente corrente d'impiego del cavo, corrente nominale dell'interruttore, portata max del cavo e corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo stesso.

Tutti gli interruttori sono posti entro i quadri di distribuzione con apposite targhette che ne indicano la funzione. Il quadro é protetto dalla penetrazione di corpi estranei.

I dispositivi di comando funzionale unipolari non potranno essere inseriti sul conduttore di neutro.

Gli interruttori automatici scelti per la protezione contro il sovraccarico con i criteri di cui sopra garantiscono anche la protezione contro il cortocircuito, purché abbiano idoneo potere di cortocircuito.

Il potere di cortocircuito degli interruttori automatici installati a monte dell'impianto deve essere almeno pari a quello del "limitatore" del Distributore di energia.

Gli interruttori automatici usati hanno tutti caratteristica di tipo C.

Avendo scelto di installare due o più interruttori automatici in serie dovrà essere garantita la loro selettività facendo in modo che l'interruttore a valle interrompa la corrente prima che l'interruttore a monte inizi la manovra d'apertura; ciò si ottiene facendo in modo che l'interruttore a monte abbia una corrente nominale "In" adeguatamente più elevata di quello a valle e che sia ritardato rispetto quest'ultimo.

Nei circuiti terminali si useranno interruttori differenziali generali "di tipo G" con $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ per garantire anche una protezione addizionale contro i contatti diretti.

ILLUMINAZIONE

All'interno della struttura si deve garantire un illuminamento medio mantenuto per come indicato in progetto illuminotecnico, mediante illuminazione diretta, ottenendo un rendimento complessivo soddisfacente e un buon confort visivo. Per i servizi igienici, si ritiene soddisfacente un illuminamento medio di 200 lx.

Il calcolo illuminotecnico è stato effettuato con il metodo del flusso totale (UNI EN 12464-1), ricavando prima l'indice del locale e il fattore di utilizzazione.

Si consiglia di realizzare il cablaggio con alimentatore elettronico per garantire una maggiore efficienza e resa luminosa.

Per la zona stazione (sala attesa ed imbarco/sbarco), si sono scelti a tal fine riflettori con lampade da 150W.

Per gli uffici ed gli altri locali (bar, dogana etc) si utilizzeranno lampade fluorescenti da 36W.

Per i servizi igienici e disimpegni si utilizzeranno plafoniere con lampada fluorescente 18W.

Per limitare l'abbagliamento tutti gli apparecchi verranno scelti tenendo conto delle classi di qualità antiabbagliamento, del tipo di compito visivo e dell'attività, delle curve limite di luminanza fornite dal costruttore.

Illuminazione di sicurezza

E' consigliabile l'installazione di alcuni apparecchi di illuminazione di sicurezza autonomi fissi in corrispondenze delle uscite d'emergenza nonché distribuiti nell'area

per mantenere un livello di luminosità di almeno 5 lux. Si useranno apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti lineari da 18 W e autonomia di 1h.

CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI.

Per il dimensionamento dei componenti principali si è proceduto nel seguente modo:

- si è calcolata la corrente di impiego sul valore della potenza dei carichi e del coefficiente di contemporaneità secondo i dati forniti dal committente in relazione alle effettive esigenze aziendali;
- si è determinata la portata dei cavi e la loro sezione secondo la procedure contenuta nella tabella CEI-UNEL 35024/1;
- si effettua la scelta dei dispositivi di protezione in modo da soddisfare la relazione $I_b < I_n < I_b$ vista in precedenza;
- si effettua la verifica grafica dell'energia passante per determinare i valori di I_{ccmin} e I_{ccmax} ;
- si effettua la verifica della caduta di tensione.

Per il calcolo della portata dei conduttori si è tenuto conto di una temperatura ambiente di 30°C.

Si è inoltre verificato che la c.d.t. massima nel caso più sfavorevole non supera il 4% della tensione nominale dell'impianto.

I risultati di tutti i calcoli eseguiti sono riportati in apposite tabelle negli schemi di distribuzione allegati alla presente relazione.

La scelta degli interruttori è stata effettuata tenendo conto che il valore di I^2t dovrà essere inferiore a K^2S^2 determinati per i vari cavi. In particolare tale condizione sarà verificata graficamente se la retta K^2S^2 , sovrapposta alla curva dell'energia passante fornita dal costruttore del dispositivo, soddisferà la condizione:

$$I_{ccmin} < I_{cc} < I_{ccmax},$$

intendendo per I_{ccmin} la corrente di corto circuito al termine della linea e con I_{ccmax} quella nel punto di consegna ENEL o di installazione del dispositivo.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Per la protezione dai contatti indiretti i vari interruttori differenziali posti a protezione delle linee dovranno essere coordinati con l'impianto di terra. Gli elementi costitutivi del circuito di terra sono:

- Dispersore;
- Conduttore di terra;
- Collettore di terra;
- Conduttori di protezione;
- Conduttori equipotenziali;
- Conduttori equipotenziali supplementari.

Le caratteristiche cui dovranno assoggettare tali elementi nell'impianto in oggetto sono di seguito elencate.

Dispersore

Il dispersore sarà costituito da una corda nuda di rame dalla sezione di 35 mm² interrata a circa 0.8 m di profondità, posta lungo il perimetro dell'immobile.

Inoltre si possono predisporre anche pozzetti di terra con dispersore verticale costituito da picchetto a tubo infisso nel terreno (dispersore verticale) in rame di diametro esterno 30 mm e spessore 3 mm in funzione del valore della resistenza di terra misurata sul posto.

Collettore di terra

Il collettore principale di terra potrà essere ubicato all'interno del fabbricato, in prossimità del quadro generale, in luogo facilmente accessibile solo da personale addestrato, ed individuabile tramite contrassegno di terra, come indicato nell'apposita planimetria. Esso è costituito da sbarra metallica cui sono collegati tramite collegamenti accurati che possano essere rimossi solo tramite l'uso di attrezzi: il conduttore di terra, i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali.

Conduttore di terra

Il conduttore di terra collega il dispersore al collettore di terra. Se è di rame e protetto meccanicamente e contro la corrosione, deve essere di sezione almeno pari al maggiore dei conduttori di protezione. Se non è protetto meccanicamente, la sezione minima è di 16 mm². Infine se il conduttore di terra non è protetto contro la corrosione le sezioni minime sono di 25 mm² per il rame e 50 mm² se il conduttore è in ferro.

Se costituito da corda nuda di rame interrata, deve avere una sezione di almeno 35 mm², con filo elementare di diametro almeno 1.8 mm.

Conduttore di protezione

I conduttori di protezione collegano le masse dell'impianto al collettore di terra. Dovranno essere cavi del tipo non propagante l'incendio con isolante giallo-verde, con sezione che rispetti i valori della seguente tabella:

Sezione conduttori di fase S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mm ²)
S≤16	Sp=S
16<S≤35	16
S>35	Sp=S/2

Conduttori equipotenziali

Tali conduttori debbono assicurare l'equipotenzialità delle masse estranee.

I Conduttori equipotenziali principali collegano direttamente le masse metalliche (condotte metalliche di impianti tecnologici dell'immobile, parti strutturali metalliche dell'edificio, schermi metallici dei cavi di telecomunicazione, previo consenso dei proprietari dei cavi) al collettore di terra. Dovranno essere cavi del tipo non propagante l'incendio con isolante giallo-verde, con sezione pari a metà di quella del conduttore di protezione principale, e comunque non minore di 6 mm² o maggiore di 25 mm².

I Conduttori equipotenziali supplementari collegano le masse metalliche e dovranno essere cavi del tipo non propagante l'incendio con isolante giallo-verde, con sezione come di seguito elencato:

- se connettono due masse, sezione non minore di quella del conduttore di protezione minore;
- se connettono una massa a masse estranee, sezione non minore della metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione;
- se il conduttore equipotenziale connette fra di loro due masse estranee o una massa estranea all'impianto di terra, deve avere sezione non minore di 2,5 mm² se prevista protezione meccanica, 4 mm² in caso contrario.

Presumendo di ottenere una resistività del terreno di circa 300 ohm (possibile con opportuni accorgimenti da adottare nel terreno circostante il dispersore), e considerando un dispersore orizzontale di lunghezza pari a circa 160 metri, la **resistenza di terra sarà di circa 4 Ω.**

Essendo

ro 300
pi 3,14

r	22	
a	3,33	
s	0,8	
Rt=	$(\rho/4\pi^2r) \cdot (\ln(8r/a) + \ln(8r/s))$	3,236741

Essendo 0,3 A la maggiore tra le correnti differenziali degli interruttori presenti, per coordinare tale interruttore e l'impianto di terra deve verificarsi che:

$$R_t \leq 50/0,3 = 166,6 \text{ohm,}$$

dove R_t è la resistenza di terra (condizione verificate secondo quanto sopra riportato). Il conduttore di neutro non dovrà essere usato come conduttore di protezione.

L'impianto di terra dovrà essere verificato prima della messa in servizio dell'impianto e successivamente con cadenza biennale.

VERIFICHE

Verifiche iniziali

Gli impianti oggetto del presente progetto, prima dell'entrata in servizio, dovranno essere sottoposti a tutte le verifiche iniziali, previste dalla norma CEI64-8/6 applicabili alla tipologia di impianto considerato.

Parimenti le verifiche dovranno essere ripetute in occasione di modifiche sostanziali ed importanti dell'impianto, allo scopo di assicurare che tali modifiche siano state realizzate conformemente alle norme applicabili, in particolare la norma CEI 64-8.

Verifiche periodiche

Al fine di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di sicurezza, affidabilità e funzionalità dell'impianto, sarà opportuno predisporre un piano di verifica periodica dello stesso, che preveda almeno la ripetizione delle verifiche più significative secondo quanto suggerito nel prospetto che segue. Si fa presente che quanto riportato al presente paragrafo è puramente indicativo e da intendersi a livello di raccomandazione in quanto, negli impianti ordinari, non è attualmente richiesta dalla norma l'esecuzione di verifiche periodiche. Sono comunque da osservare eventuali indicazioni fornite in merito dai costruttori dei singoli componenti elettrici.

N.	VERIFICA	CEI 64-8/6 ART.	PERIODICITÀ
ESAMI A VISTA			

1	Funzionalità generale dei dispositivi di comando, protezione e segnalazione	611.2	1 anno
2	Funzionalità generale delle apparecchiature prefabbricate, motori ed ausiliari, comandi e blocchi	612.9	1 anno
3	Componenti elettrici visibilmente danneggiati	611.2	Con eventi accidentali
4	Taratura dei dispositivi di protezione regolabili	611.3	1 anno
PROVE			
5	Misura della resistenza di isolamento	621.3	2 anni
6	Misura della resistenza di terra	612.6.2	2 anni
7	Continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali	621.2	2 anni
8	Prova di funzionamento dispositivi a corrente differenziale	62.6.1	6 mesi

IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI (CEI 81-10)

PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Protezione contro i fulmini - Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO DELLA SEZIONE

- CEI EN 62305-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Marzo 2006;
- CEI EN 62305-2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio" Marzo 2006;
- CEI EN 62305-3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita" Marzo 2006;
- CEI EN 62305-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture" Marzo 2006;
- CEI 81-3: "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per kilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico." Maggio 1999;

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.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

DATI INIZIALI

Densità annua di fulmini a terra Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di Pozzallo (Rg), nel cui territorio è ubicata la struttura vale: ($N_t = 1,5$ fulmini/km² anno)

Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è di tipo rettangolare ed è riportata negli allegati grafici al progetto.

La destinazione d'uso prevalente della struttura è stazione portuale

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

- perdita di vite umane
- perdite economiche

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.

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

- rischio R1;

L'edificio ha struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

Riepilogo caratteristiche della struttura maggiore

A pianta rettangolare, con dimensioni: $a=21,5$ m $b=164.66$ m $h=7,5$ m.

Coefficiente di posizione: in area isolata ($C_d = 1$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (1/km² anno) $N_t = 1,5$

Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: energia
- Linea di segnale: telefoni

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate di seguito:

linea: energia

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): 1 in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Coefficiente ambientale (Ce): 1, rurale

SPD ad arrivo linea: livello II ($P_{spd} = 0,02$)

linea: telefoni

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 300$

Coefficiente di posizione (Cd): 1 in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Coefficiente ambientale (Ce): 1, rurale

SPD ad arrivo linea: livello II ($P_{spd} = 0,02$)

Altre definizioni

La perdita L_x é riferita all'ammontare della perdita media relativa ad un particolare tipo di danno dovuto al fulmine tenendo conto sia della sua estensione che degli effetti conseguenti.

Il suo valore dipende dal:

- numero delle persone ed tempo per cui esse rimangono nel luogo pericoloso;
- tipo e importanza del servizio pubblico;
- valore dei beni interessati dal danno.

La perdita L_x varia con il tipo di perdita considerata (L_1, L_2, L_3 e L_4) e, per ciascun tipo di perdita, con il tipo di danno (D_1, D_2 and D_3) che ha provocato la perdita. Sono adottati i seguenti simboli:

L_t é la perdita dovuta alle tensioni di contatto e di passo;

L_f é la perdita dovuta a danno materiale;

Lo é la perdita dovuta ai guasti degli impianti interni

I valori di Lt, Lf a Lo possono essere valutati in termini di numero relativo di vittime mediante la seguente relazione approssimata:

$$LX = (np / nt) * (tp / 8760)$$

dove

np é il numero delle possibili persone danneggiate (vittime);

nt é il numero atteso di persone (nella struttura);

tp é il tempo in ore all'anno per cui le persone sono presenti nel luogo pericoloso, all'esterno della struttura (Lt soltanto) o all'interno della struttura (Lt, Lf e Lo).

I valori medi tipici di Lt, Lf e Lo, da utilizzare quando la determinazione di np, nt and tp è incerta

o difficoltosa, sono riportati i valori tabellati nella norma di seguito indicati:

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) Lt = 0,0001

Perdita per danno fisico (relativa a R1) Lf = 0,01

Perdita per danno fisico (relativa a R4) Lf = 0,2

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) Lo = 0,001

Rischi e componenti di rischio presenti nella struttura in base all'art. 4.3:

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Dove i simboli indicano:

L1: perdita di vite umane;

L2: perdita di servizio pubblico;

L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;

L4: perdita economica (struttura e suo contenuto,

Fulminazione diretta della struttura

Ra: componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali;

Rb: componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4) ;

Rc: componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità della struttura

Rm: Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura

Ru: Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

Rv: componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

Rw: componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

NOTA I servizi da considerare in questa valutazione sono le linee entranti nella struttura. Le fulminazioni su o in prossimità di tubazioni non producono danno alla struttura a condizione che esse siano connesse alla barra equipotenziale.

Componente di rischio per una struttura dovuta a fulminazione in prossimità di un servizio connesso alla struttura

Rz: componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

DATI CARATTERISTICI E CALCOLI

Struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore	Rif.
Dimensioni		L,W,H		
Coeff. di posizione	Isolata, terreno pianeggiante	Cd	1	Tab A.2
LPS	nessuno	Pb	1	Tab B.2
Schermatura struttura	Nessuna	Ks1	1	Eq. B.3
Schermi interni alla struttura	Nessuno	Ks2	1	Eq. B.3
Presenza di persone all'esterno del fabbricato	No ->RA verrà ugualmente calcolato e non posto=0 (rischio danno a persone)			
Densità fulmini al suolo	Comune Pozzallo	Ng	1,5	

Linee ed impianti interni connessi

Parametro	Commento	Simbolo	Valore	Rif.
Resistività al suolo	Ωm	ρ	300	
<i>Linee elettriche bassa tensione e impianti interni</i>				
Lunghezza (m)		Lc	1000	
Altezza (m)	interrata	Hc		
Trasformatore	No	Ct	1	Tab. A..4
Coefficiente di posizione della linea	isolata	Cd	1	Tab. A..2
Coefficiente ambientale della linea	rurale	Ce	1	Tab. A..5
Schermatura della linea	No	Pld	1	Tab. B. 6
Precauzioni nei cablaggi interni	Si – cavi non schermati	Ks3	0.02	Tab. B. 5

Tenuta dell'impianto interno	Uw=2,5 KV	Ks4	0,6	Equaz.(B.4) (=1.5/Uw)
Protezione con sistema di SPD	No	Pspd	1	Tab. B. 3
Linea di telecomunicazione (TLC) e relativo impianto interno				
Lunghezza (m)		Lc	1000	
Altezza (m)	Interrata	Hc		
Coefficiente di posizione della linea	Isolata	Cd	1	Tab. A..1
Coefficiente ambientale della linea	Rurale	Ce	1	Tab. A..4
Schermatura della linea	No	Plid	1	Tab. B. 6
Precauzioni nei cablaggi interni	Si- cavi non schermati	Ks3	0.02	Tab. B. 5
Tenuta dell'impianto interno	Uw=1,5KV	Ks4	1	Eq. B.4 (=1.5/Uw)
Protezione con sistema di SPD	No	Pspd	0,6	Tab B.3
		Pspss	1	

Considerando che:

- la superficie esterna è diversa da quella interna alla struttura;
- la struttura è un unico compatimento antincendio;
- non esiste alcuno schermo locale,

possono essere definite le seguenti zone principali:

- Z1 (all'esterno dell'edificio);
- Z2 (all'interno dell'edificio).

Non vi è necessità di definire ulteriori zone poiché:

- Entrambi gli impianti interni (energia e telecomunicazione) sono in zona Z2.
- Le perdite L sono assunte costanti nella zona Z2.

Non essendo prevista la presenza di persone all'esterno dell'edificio, il rischio R1 per la zona Z1 può essere ignorato e la valutazione del rischio va effettuata solo per la zona Z2.

Le caratteristiche della zona Z2 (INTERNO EDIFICIO) sono di seguito riportate

Parametro	Commento	Simbolo	Valore	Rif.
Tipo pavimento	Cemento	Ru	0.01	Tab C.2

Rischio incendio	Ordinario	Rf	0.01	Tab -C.4
Pericoli particolari	No	H _z	1	Tab C.5
Protezione antincendio	estintori	R _p	0.5	C.3
Schermo di zona	No	K _{s2}	1	Eq. B.3
Impianti di energia interni	Si	Connessi alla linea energia	-	
Impianti telefonici interni	Si	Connessi alla linea tlc	-	
Perdita per tensioni di contatto e di passo	SI	L _t	10 ⁻⁴	Tab C.1
Perdita per danni materiali	SI	L _f	10 ⁻²	Tab C.1

Calcolo aree di raccolta

Simbolo	Definii.	Rif. formula	formula		
Ad	Fulmine su struttura	A.2	$Ad = L \times W + 6 \times H \times (L + W + 3.14 \times (3 \times H)^2)$	Ad	4986,36
Al(P)	Fulmine su linea energia	Tab. A.3	$\text{Sqrt}(\rho) \times (Lc - 3 \times H)$	Al	17008,73893
Ai(P)	Fulmine in prossimità linea energia	Tab. A.3	$\text{Sqrt}(\rho) \times 25 \times Lc$	Ai	433012,7019
Al(T)	Fulmine su linea tlc	Tab. A.3	$\text{Sqrt}(\rho) \times (Lc - 3 \times H)$	Al	17008,73893
Ai(T)	Fulmine in prossimità linea tlc	Tab. A.3	$\text{Sqrt}(\rho) \times 25 \times Lc$	Ai	433012,7019

Numero annuo atteso di eventi pericolosi

fulminazioni su struttura

Nd

0,01476077

			2
fulminazioni su linea energia	NL	0,02539619	5
fulminazioni in prossimità linea energia	Ni	0,64951905	3
fulminazioni su linea tlc	NL	0,02539619	5
fulminazioni in prossimità linea tlc	Ni	0,64951905	3
componenti rischio			
fulmine in prossimità struttura danni a persone		Ra	1,47608E-08
fulmine su struttura che provoca danni materiali		Rb	7,38039E-07
fulmine su linea energia che provoca danni a persone	energia	RU	4,0157E-08
fulmine su linea energia che provoca danni a cose		Rv	2,00785E-06
fulmine su linea tlc che provoca danni a persone	tlc	RU	4,0157E-08
fulmine su linea tlc che provoca danni a cose		Rv	2,00785E-06
Rischio totale			
		R1	4,83405E-06
Rischio tollerabile			
		Rt	0,00001

VALUTAZIONE DEI RISCHI

Il rischio complessivo $R1 = 5,78058 \times 10^{-06}$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1 \times 10^{-5}$ (tab. 7)

SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1 \times 10^{-5}$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: $R1$

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.