



**Roberto Sbrizzai**

# **Protezione contro i fulmini**

Valutazione del rischio di fulminazione  
e protezione di edifici e strutture

## INDICE

<b>Premessa</b> .....	9
<b>CAPITOLO 1 – Inquadramento legislativo e normativo</b>	
1.1. Le prescrizioni di legge .....	13
1.2. Le norme tecniche .....	21
<b>CAPITOLO 2 – Principi e criteri base di protezione contro i fulmini</b>	
2.1. Parametri della corrente di fulmine .....	27
2.2. Livelli di protezione .....	32
2.3. Effetti delle fulminazioni .....	34
2.4. Classe degli LPS e zone di protezione .....	41
2.5. Scaricatori di sovratensione e spinterometri di isolamento .....	44
2.6. Tensione di tenuta all'impulso .....	50
<b>CAPITOLO 3 – Valutazione del rischio di fulminazione di una struttura</b>	
3.1. Rischio di fulminazione .....	53
3.2. Componenti di rischio di fulminazione .....	59
3.2.1. <i>Numero annuo di eventi pericolosi</i> .....	61
3.2.2. <i>Aree di raccolta dei fulmini</i> .....	65
3.2.3. <i>Probabilità di danno</i> .....	71
3.2.4. <i>Perdite</i> .....	80
3.3. Procedura di valutazione del rischio di fulminazione .....	89
<b>CAPITOLO 4 – Il foglio di lavoro per la valutazione del rischio di fulminazione</b>	
4.1. Specifiche base .....	95
4.2. Organizzazione del foglio di lavoro .....	97
<b>CAPITOLO 5 – Protezione degli edifici e delle strutture</b>	
5.1. Il sistema di protezione .....	111
5.2. LPS esterno .....	113
5.2.1. <i>Sistema di captatori</i> .....	114
5.2.2. <i>Sistema di calate</i> .....	129
5.2.3. <i>Sistema di dispersori</i> .....	133
5.3. LPS interno .....	137
5.3.1. <i>Connessioni equipotenziali</i> .....	138
5.3.2. <i>Isolamento elettrico</i> .....	142

5.4. Materiali e dimensioni .....	146
5.4.1. <i>Componenti intenzionali</i> .....	146
5.4.2. <i>Componenti naturali</i> .....	151
5.5. Prescrizioni per strutture a rischio esplosione .....	155

## **CAPITOLO 6 – Protezione degli impianti interni**

6.1. Principi di protezione contro il LEMP .....	159
6.2. Misure di protezione .....	163
6.2.1. <i>Messa a terra ed equipotenzializzazione</i> .....	163
6.2.2. <i>Schermatura magnetica e percorsi dei cavi</i> .....	165
6.2.3. <i>Protezione con sistema di SPD</i> .....	173
6.2.4. <i>Interfacce isolanti</i> .....	180

## **CAPITOLO 7 – Casi studio**

7.1. Impostazione dei casi studio .....	181
7.2. Edificio scolastico .....	182
7.3. Opificio industriale .....	191
7.4. Edificio soggetto a vincolo della Soprintendenza .....	198
7.5. Considerazioni sui casi studio .....	207

## PREMESSA

Per gli antichi Greci, Zeus, padre degli dei e degli uomini, era una divinità celeste dispensatrice di luce e di calore. Egli determinava il succedersi, in cielo, della luce e dell'oscurità, dei venti e degli uragani. Da lui dipendevano tutti gli eventi atmosferici.

Zeus era anche il dio dei fulmini, arma potente ed irresistibile cui doveva la vittoria sui Titani e sui Giganti e che gli assicurava il dominio dell'universo. I fulmini che scagliava sulla terra, preparati per l'occasione dal dio Vulcano, erano manifestazione della sua ira.

Nell'Alto Medioevo veniva attribuito un grande potere agli stregoni, ritenuti capaci di controllare aspetti della natura e della vita in generale. A livello popolare si credeva che i tempestarii – *maghi del clima* – potessero influenzare la meteorologia scatenando tempeste e controllando fulmini e tuoni. Gli uomini, quando sentivano un tuono o vedevano un fulmine, erano soliti pronunciare “*Aura levatitia est*”, una specie di formula per contrastare il potere del mago che aveva fatto l'incantesimo ed aveva scatenato la tempesta.

I tempestarii venivano spesso linciati tanto da indurre l'Arcivescovo Agobardo di Lione (769-840) ad intervenire per rassicurare le popolazioni sull'origine naturale degli eventi meteorologici anche se, comunque, rimaneva diffuso il sospetto che tali pratiche esistessero davvero.

Il 15 giugno 1752 Benjamin Franklin (1706-1790), statista, scienziato e scrittore statunitense, fece volare a considerevole altezza un aquilone di seta, più adatta della carta a resistere all'azione della pioggia, munito di una punta metallica e collegato a terra tramite un filo di seta.

Durante il temporale la punta dell'aquilone si caricò di elettricità e Franklin ne verificò la presenza avvicinando la mano ad una chiave legata al filo e percependo il passaggio di corrente elettrica attraverso il proprio corpo.

Egli aspettò, quindi, che la punta dell'aquilone si caricasse nuovamente ed usò la chiave per caricare una bottiglia di Leida – *la forma più antica di un condensatore elettrico* – con risultati analoghi a quelli ottenuti caricandola con una qualsiasi macchina elettrostatica da laboratorio.

Franklin dimostrò così che le nuvole erano portatrici di cariche elettriche e che il fulmine altro non era che un'enorme scarica elettrica.

Solo in seguito si rese conto della pericolosità del proprio esperimento, per via della morte di altri fisici che, avendo tentato di ripetere l'esperimento, erano stati fulminati da scariche elettriche ben più intense di quella da lui avvertita. Infatti, le cariche indotte sulla punta metallica dell'aquilone potevano accumularsi a tal punto da produrre, attraverso il filo di seta, una scarica elettrica tanto potente da risultare letale.

Nel settembre dello stesso anno Franklin si procurò un'asta metallica e la fissò sul punto più alto di casa sua in modo da attirare i fulmini. Mise poi una serie di fili metallici lungo i lati dell'edificio che finivano poi nel terreno.

Aveva trovato, quindi, il modo per "catturare" i fulmini e farli abbattere a terra sfruttando la capacità dei fili metallici di essere ottimi conduttori di corrente elettrica. Nacque, così, il parafulmine.

Da quel momento vennero installati parafulmini, a protezione delle case, dapprima a Philadelphia, la città dove Franklin abitava, e poi in tutti i centri abitati limitrofi.

Michael Faraday (1791-1867), chimico e fisico inglese, contribuì in maniera determinante agli studi sull'elettromagnetismo e sull'elettrochimica. Si fece rinchiodare in una gabbia a forma di campana e si posizionò al centro di essa in modo da non toccare con il corpo nessuna sua parte ma solo il pavimento con i piedi. La gabbia venne collegata ad un generatore di corrente continua e, nonostante le scintille sprizzassero tra le maglie della gabbia, Faraday non riportò alcuna bruciatura o conseguenza. Dimostrò, così, l'assenza di campi elettromagnetici al suo interno. Questo concetto applicato al parafulmine consentiva di esprimere a pieno tutte le sue potenzialità per la protezione degli edifici e degli uomini.

Dalla metà del Settecento, gli studi sui fulmini sono proseguiti, e proseguono ancora oggi, in tutto il mondo con estremo rigore scientifico, sia con test di laboratorio che con analisi teoriche e studi in campo, anche grazie a strumentazioni sempre più sofisticate. In Italia, nel 1994, il CESI – *Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano* – ha realizzato una rete di sensori di fulmine – *SIRF, Sistema Italiano Rilevamento Fulmini* – maturando un'ampia esperienza nella conduzione dei sistemi di rilevamento e nell'analisi dei dati.

In Italia cadono in media circa 1.600.000 fulmini all'anno, soprattutto nei mesi di luglio e agosto, ma il fenomeno può verificarsi, pur se più raramente, anche in inverno. Le aree più colpite sono il Friuli, la regione dei laghi lombardi, la zona di Roma e in genere i rilievi prealpini e appenninici<sup>1</sup>. Comunque, in generale, non ci sono in Italia zone esenti dal rischio dei fulmini.

Ma, al di là della indubbia valenza scientifica degli studi, nella quotidianità, la piena conoscenza del fenomeno dei fulmini è fondamentale per contenere i notevoli danni che essi possono provocare a edifici, strutture ed impianti e, in via consequenziale, agli esseri viventi.

---

<sup>1</sup> Fonte: Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute – Istituto Superiore di Sanità.

In tal senso, le norme tecniche emanate dagli Organismi di normazione internazionali e nazionali in tema di protezione contro i fulmini evolvono e si perfezionano con il progredire delle conoscenze scientifiche in materia.

Le prime norme tecniche più strutturate risalgono al 1998. Esse hanno introdotto il concetto innovativo di rischio di fulminazione come prodotto della probabilità del verificarsi dell'evento e dell'entità del danno prodotto. Quindi, stabilito che non si potesse ottenere una protezione assoluta, l'obiettivo di un sistema di protezione contro i fulmini è diventato, nei limiti di costi accettabili in funzione dei benefici attesi, il contenimento del rischio entro valori tollerabili.

Nell'ambito del processo di evoluzione normativa, nel febbraio 2013, è stata pubblicata la nuova serie di Norme CEI EN 62305-1/4 relativa alla protezione contro i fulmini.

La normativa definisce:

- i principi generali della protezione contro il fulmine di strutture, impianti, persone e beni;
- i criteri e le metodologie aggiornate per la valutazione del rischio di fulminazione;
- i requisiti per la protezione delle strutture mediante appropriati impianti di protezione – *parafulmini*;
- i requisiti per la protezione degli impianti interni elettrici ed elettronici dai campi elettromagnetici associati al fulmine.

Il Legislatore, d'altro canto, prescrive nel *Testo Unico sulla Salute e la Sicurezza sul Lavoro* l'obbligo, a carico del datore di lavoro, di:

- adottare tutte le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati dai rischi di natura elettrica, ivi compresi quelli derivanti dalla fulminazione diretta ed indiretta degli edifici e delle strutture;
- provvedere affinché gli edifici, gli impianti, le strutture e le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme tecniche.

Quindi, in tutti i luoghi di lavoro deve essere sempre valutato il rischio di fulminazione adottando, ove necessarie, le misure di protezione utili a ridurre il rischio a valori non superiori a quello tollerabile.

In più, per effetto dell'emanazione delle citate norme tecniche, per tutti gli edifici e le strutture in cui la valutazione del rischio di fulminazione fosse stata effettuata secondo le norme precedenti, il datore di lavoro dovrà procedere nuovamente alla valutazione del rischio in conformità alla normativa vigente.

Il presente libro è, quindi, principalmente rivolto ai tecnici per coadiuvarli, anche grazie all'ausilio di un foglio di lavoro, nelle azioni di valutazione del rischio di fulminazione delle strutture e nella eventuale successiva individuazione delle misure di protezione di edifici, strutture ed impianti.

Il libro è strutturato in sette capitoli:

- il capitolo 1 definisce il quadro legislativo e normativo vigente;
- il capitolo 2 introduce, in via propedeutica, principi e concetti fondamentali per la comprensione e la corretta applicazione delle prescrizioni normative per la protezione contro i fulmini;
- il capitolo 3 affronta la problematica inerente la valutazione del rischio di fulminazione di una struttura in relazione alle tipologie di perdite che possono aversi per effetto dei fulmini – *perdita di vite umane, perdita di servizio pubblico, perdita di patrimonio culturale insostituibile e perdita economica*;
- il capitolo 4 illustra il contenuto, l'organizzazione e le modalità di utilizzo del foglio di lavoro in Excel sviluppato per coadiuvare i tecnici nell'espletamento degli incarichi per la valutazione del rischio di fulminazione di una struttura;
- il capitolo 5 descrive le caratteristiche funzionali dei sistemi di protezione contro i fulmini di strutture ed impianti nonché i criteri e le soluzioni progettuali e dimensionali;
- il capitolo 6 descrive i principi di protezione di apparati ed impianti elettrici ed elettronici contro gli effetti elettromagnetici dovuti alle correnti di fulmine nonché i criteri e le soluzioni progettuali e dimensionali;
- il capitolo 7 sviluppa tre casi studio, basati sull'utilizzo del foglio di lavoro, con l'obiettivo di fornire un modus operandi nell'applicazione della normativa vigente per la valutazione del rischio di fulminazione e il dimensionamento di massima delle misure di protezione.

*Estratto dal* CAPITOLO 1

**INQUADRAMENTO LEGISLATIVO  
E NORMATIVO**



# 1

## INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO

### 1.1. LE PRESCRIZIONI DI LEGGE

Un fulmine a terra è una scarica elettrica di origine atmosferica tra nube e terreno. Il punto d'impatto è il punto in cui il fulmine colpisce il suolo o un oggetto sovrastante – *edificio, struttura, linea di energia/telecomunicazione ecc.*

Un fulmine che colpisca una struttura, o cada nelle sue vicinanze, oppure colpisca una linea di energia/telecomunicazione entrante nella struttura, o cada nelle vicinanze di questa, può causare danni alla struttura ed al suo contenuto – *danni strutturali/meccanici, incendi/esplosioni, guasti degli impianti interni* – ed ai suoi occupanti – *danni per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto*. I danni ed i guasti possono estendersi anche a strutture adiacenti ed interessare l'ambiente circostante.

Le dimensioni e l'estensione dei danni dipendono dalla struttura – *caratteristiche costruttive, destinazione d'uso, numero e tipologia di occupanti, anche in relazione alle difficoltà di evacuazione in caso di pericolo, materiali e prodotti in lavorazione e/o deposito, tipologia di linee elettriche entranti, distribuzione degli impianti interni, misure di protezione* – e dai parametri del fulmine – *valore di picco della corrente, carica elettrica, durata, energia specifica*.

Non esistono, ad oggi, dispositivi o metodi atti a modificare i naturali fenomeni meteorologici al punto da prevenire la formazione dei fulmini o indirizzarli verso punti d'impatto che non costituiscano fonte di pericolo. Comunque, non è detto che un fulmine a terra debba necessariamente colpire, direttamente o indirettamente, una struttura o una linea elettrica, oppure, in caso di impatto con queste, causare danni certi e conseguenti.

L'andamento di una scarica atmosferica è un fenomeno complesso che, influenzato da vari fattori, ha carattere di aleatorietà tanto da non poter essere descritto mediante parametri e valori deterministici ma solo statistici. Di conseguenza si dovrà e potrà parlare solo di rischio di fulminazione.

Non potendo governare i fenomeni temporaleschi, la sola presenza di una struttura rende ineludibile il rischio che essa possa essere interessata da una scarica atmosferica durante un temporale.

Si deve, perciò, pensare ad una valutazione del rischio di fulminazione per una struttura basata sulle sue caratteristiche strutturali e funzionali, ai fenomeni temporaleschi della zona in cui è ubicata e alle eventuali conseguenti perdite, in termini di vite umane e/o di beni materiali, al fine di definire l'esigenza di adottare o meno opportune misure di protezione.

Un eventuale sistema di protezione contro i fulmini dovrà essere realizzato solo quando effettivamente necessario a riportare il rischio di fulminazione entro valori tollerabili ed essere dimensionato e messo in opera in modo tecnicamente corretto per evitare ogni aggravio di rischio.

Le principali e vigenti norme di legge che governano questo principio sono:

- a) Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro, DLgs 81/2008 *"Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"*, integrato e modificato dal DLgs 106/2009;
- b) DPR 462/2001 *"Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"*;
- c) DM 37/2008 *"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"*.

La Tabella 1.1 riassume gli obblighi per il datore di lavoro in materia di protezione degli ambienti di lavoro contro i fulmini in applicazione delle disposizioni del DLgs 81/2008:

- una documentata valutazione dei rischi di fulminazione degli edifici e delle strutture aziendali;
- l'adozione, ove necessario e sulla base delle risultanze della valutazione dei rischi, di idonee misure di protezione contro i fulmini;
- il mantenimento in efficienza delle misure di protezione contro i fulmini;
- la verifica periodica, da parte dell'ARPA o di Organismi notificati, degli impianti di protezione contro i fulmini.

La valutazione del rischio di fulminazione e le eventuali misure di protezione adottate per eliminare o ridurre il rischio devono essere riportate nel "Documento di valutazione dei rischi" o in un allegato correlato.

TABELLA 1.1 – **Prescrizioni del Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro in materia di protezione contro i fulmini**

<b>ARTICOLO 80: OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valutazione dei rischi di fulminazione di edifici e strutture aziendali</li> <li>▪ adozione, ove necessario, di misure di protezione contro i fulmini</li> <li>▪ adozione di procedure d'uso e manutenzione per garantire l'efficienza delle misure di protezione</li> </ul>
<p>1. <b>Il datore di lavoro prende le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati da tutti i rischi di natura elettrica</b> connessi all'impiego dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti elettrici messi a loro disposizione <b>ed, in particolare, da quelli derivanti da:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) contatti elettrici diretti;</li> <li>b) contatti elettrici indiretti;</li> <li>c) innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;</li> <li>d) innesco di esplosioni;</li> <li><b>e) fulminazione diretta ed indiretta;</b></li> <li>f) sovratensioni;</li> <li>g) altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.</li> </ul>
<p>2. A tale fine <b>il datore di lavoro esegue una valutazione dei rischi</b> di cui al precedente comma 1, tenendo in considerazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;</li> <li>b) i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;</li> <li>c) tutte le condizioni di esercizio prevedibili.</li> </ul>
<p>3. A seguito della valutazione del rischio elettrico <b>il datore di lavoro adotta le misure tecniche ed organizzative necessarie ad eliminare o ridurre al minimo i rischi presenti</b>, ad individuare i dispositivi di protezione collettivi ed individuali necessari alla conduzione in sicurezza del lavoro <b>ed a predisporre le procedure di uso e manutenzione atte a garantire nel tempo la permanenza del livello di sicurezza raggiunto</b> con l'adozione delle misure di cui al comma 1.</p>
<b>ARTICOLO 84: PROTEZIONI DAI FULMINI</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ misure di protezione contro i fulmini di strutture, edifici, impianti ed attrezzature, realizzate secondo le norme tecniche</li> </ul>
<p>1. <b>Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini</b> (con sistemi di protezione) realizzati secondo le norme tecniche.</p>
<b>ARTICOLO 86: VERIFICHE E CONTROLLI</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verifica periodica degli impianti di protezione contro i fulmini</li> </ul>
<p>1. Ferme restando le disposizioni del Decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, in materia di verifiche periodiche, <b>il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente</b> per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.</p>
<p>2. <b>Con decreto del Ministro dello Sviluppo Economico</b>, di concerto con il Ministro del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali, adottato sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, <b>sono stabilite le modalità ed i criteri per l'effettuazione delle verifiche e dei controlli</b> di cui al comma 1.</p>
<p>3. <b>L'esito dei controlli</b> di cui al comma 1 <b>è verbalizzato e tenuto a disposizione dell'Autorità di vigilanza.</b></p>

TABELLA 1.3 – **Prescrizioni del DM 37/2008 in materia di impianti di protezione contro i fulmini**

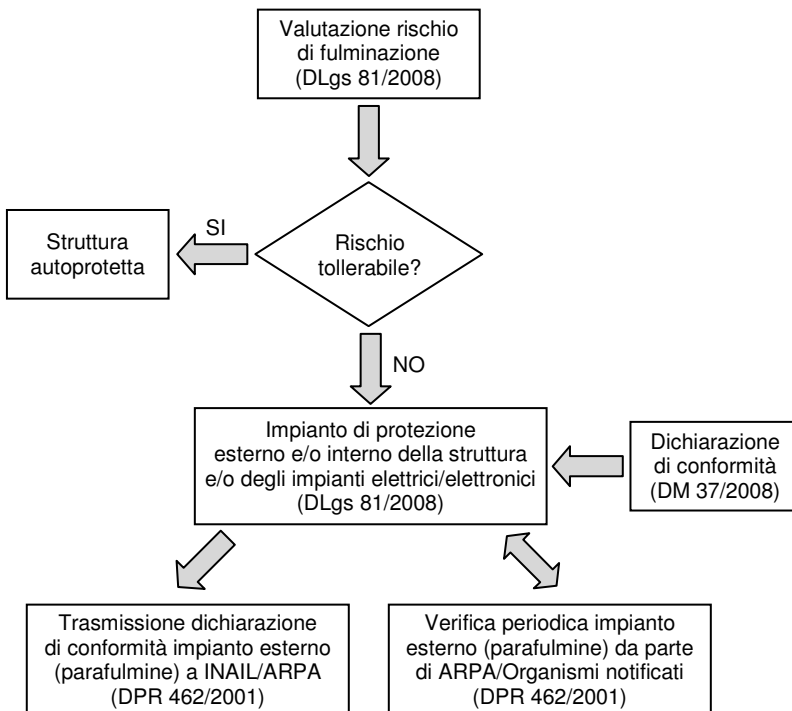
<b>ARTICOLO 1: AMBITO DI APPLICAZIONE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ applicabilità ad impianti a servizio di edifici e relative pertinenze</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Il presente decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze.</b> Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.</li> <li>2. <b>Gli impianti di cui al comma 1 sono classificati come segue:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, <b>impianti di protezione contro le scariche atmosferiche</b>, nonché impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere.</li> </ol> </li> </ol>
<b>ARTICOLO 3: IMPRESE ABILITATE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ imprese in possesso di requisiti professionali</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Le imprese</b>, iscritte nel registro delle imprese di cui al decreto del Presidente della Repubblica 7 dicembre 1995, n. 581 e successive modificazioni, di seguito registro delle imprese, o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, di seguito albo delle imprese artigiane, <b>sono abilitate all'esercizio delle attività di cui all'articolo 1, se l'imprenditore individuale o il legale rappresentante ovvero il responsabile tecnico da essi preposto con atto formale, è in possesso dei requisiti professionali di cui all'articolo 4.</b></li> </ol>
<b>ARTICOLO 5: PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ professionista iscritto all'albo professionale</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti</b> di cui all'articolo 1, comma 2, lettere a), b), c), d), e), g), <b>è redatto un progetto.</b> Fatta salva l'osservanza delle normative più rigorose in materia di progettazione, nei casi indicati al comma 2, <b>il progetto è redatto da un professionista iscritto negli albi professionali</b> secondo la specifica competenza tecnica richiesta mentre, negli altri casi, il progetto, come specificato all'articolo 7, comma 2, è redatto, in alternativa, dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.</li> <li>2. <b>Il progetto</b> per l'installazione, trasformazione e ampliamento, <b>è redatto da un professionista iscritto agli albi professionali</b> secondo le specifiche competenze tecniche richieste, nei seguenti casi: <ol style="list-style-type: none"> <li>d) impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per <b>gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m<sup>3</sup></b>;</li> </ol> </li> </ol>
<b>ARTICOLO 7: DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ dichiarazione di conformità a conclusione dei lavori (di installazione, ampliamento, trasformazione e manutenzione straordinaria) su modello ministeriale</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Al termine dei lavori</b>, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, <b>l'impresa installatrice rilascia al committente la dichiarazione di conformità</b> degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6. Di tale dichiarazione, <b>resa sulla base del modello di cui all'Allegato I</b>, fanno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5.</li> </ol>

Gli impianti di protezione contro i fulmini a servizio di edifici e delle relative pertinenze, indipendentemente dalla loro destinazione d'uso, ricadono nell'ambito di applicazione del DM 37/2008.

La Tabella 1.3 riassume gli obblighi in materia di impianti di protezione contro i fulmini derivanti dall'applicazione DM 37/2008:

- le installazioni, gli ampliamenti, le trasformazioni e le manutenzioni possono essere affidate solo ad imprese abilitate;
- a conclusione dei lavori dovrà essere rilasciata la dichiarazione di conformità, redatta secondo il modello predisposto dal Ministero dello Sviluppo Economico;
- la progettazione degli impianti di protezione per edifici di volume superiore a  $200 \text{ m}^3$  dovrà essere affidata a tecnico abilitato, secondo le specifiche competenze, iscritto all'albo professionale – *per volumetrie inferiori la progettazione potrà essere eseguita anche dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.*

Infine, la figura 1.2 fornisce un schema sintetico di correlazione tra i predetti dispositivi di legge.



**Fig. 1.2** – Schema di correlazione tra i dispositivi di legge in tema di protezione contro i fulmini

## 1.2. LE NORME TECNICHE

Le norme tecniche in materia di protezione degli edifici e delle strutture contro i fulmini sono emanate, a livello europeo, dal CENELEC – *European Committee for Electrotechnical Standardization* – e recepite in Italia dal CEI – *Comitato Elettrotecnico Italiano*. Il Comitato Tecnico di riferimento è il "CT 81 – Protezione contro i fulmini".

Le norme possono classificarsi in:

- **norme di sistema**, applicabili alla valutazione del rischio di fulminazione ed alla progettazione degli impianti di protezione delle strutture e degli apparati/sistemi interni alle strutture;
- **norme di prodotto**, applicabili a componenti e sistemi per la protezione di strutture ed impianti interni – *sistemi di connessione, conduttori e dispersori di terra, sistemi di fissaggio, scaricatori di sovratensione, spinterometri ecc.*;
- **norme di supporto**, in pratica delle linee guida, da utilizzare congiuntamente alle norme di sistema per un corretto utilizzo in ambito nazionale delle norme europee;
- **norme complementari**, da utilizzare negli approcci interdisciplinari per una corretta valutazione di situazioni, condizioni ed elementi che possono avere impatto sulla protezione delle strutture contro i fulmini.

Per un approccio organico ed efficace alla problematica delle fulminazioni di edifici e strutture:

- a) si utilizzano le norme di sistema (e di supporto) per la valutazione del rischio di fulminazione e l'eventuale dimensionamento degli impianti di protezione, per i quali si devono prevedere ed impiegare esclusivamente componenti rispondenti alle specifiche norme di prodotto;
- b) le norme di prodotto sono adottate dai produttori per la conformità di sistemi e componenti da immettere sul mercato;
- c) si devono comprendere concetti e/o prescrizioni riconducibili ad altre norme "complementari"; si pensi, ad esempio, alla protezione contro i fulmini di strutture nelle quali siano presenti luoghi con pericolo di esplosione e, quindi, alla necessità di dover conoscere la classificazione di detti luoghi rapportandosi con tecnici di altre discipline oppure alla integrazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni indotte dai fulmini negli impianti elettrici e di terra della struttura.

In Tabella 1.4 sono riportate le norme vigenti suddivise per tipologia.

**Le norme europee per la protezione contro i fulmini (norme di sistema) sono state recepite dal CEI nel febbraio 2013 e sono entrate definitivamente in vigore il 1° dicembre 2013.** Per esse sono state emanate, nel novembre 2013, delle "Errata Corrige", per eliminare alcuni refusi di stampa presenti nelle versioni originarie.

*Estratto dal* CAPITOLO 2

**PRINCIPI E CRITERI BASE DI  
PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**



Fig. 2.6 – Evidenza di danni da sovratensioni causati dal fulmine

Se la sovratensione fosse tale da superare la tensione di tenuta dell'isolamento del dispositivo si verificherebbe il cedimento dell'isolamento e un suo guasto permanente. Potrebbe, altresì, anche originarsi un cortocircuito dal quale potrebbe innescarsi un incendio e/o una esplosione.

## 2.4. CLASSE DEGLI LPS E ZONE DI PROTEZIONE

Un sistema protezione contro i fulmini è costituito da:

- **LPS – Lightning Protection System**, per la riduzione del rischio di danni ad esseri viventi e danni materiali dovuti alla fulminazione diretta della struttura;
- **SPM – LEMP Protection Measures**, per la riduzione del rischio di guasti degli impianti elettrici ed elettronici interni alla struttura dovuti agli impulsi elettromagnetici e alle sovratensioni indotte dai fulmini.

Per conseguire un'adeguata protezione, LPS e SPM dovranno essere dimensionati in funzione dei parametri dei fulmini del livello di protezione prescelto e dell'ambiente elettromagnetico da essi creato.

### CLASSE DI UN LPS

La norma definisce:

- **Classe di un LPS**: numero che classifica un LPS in funzione del livello di protezione per cui è stato progettato (CEI EN 62305-3 art. 3.31).

In pratica, le caratteristiche funzionali e prestazionali di un LPS sono associate alla sua classe. Essa andrà scelta in funzione del livello di protezione che si intende perseguire secondo lo schema di correlazione riportato in Tabella 2.2.



TABELLA 2.2 – **Corrispondenza tra livello di protezione (LPL) e classe degli LPS**

LIVELLO DI PROTEZIONE LPL	CLASSE LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Fondamentalmente, la classe di un LPS ha incidenza sulle probabilità che un fulmine sulla struttura possa causare danni ad esseri viventi o danni materiali. A classe minore corrisponde un grado di protezione maggiore.

Fissata la classe di un LPS, la normativa definisce le caratteristiche dimensionali dei vari componenti – *captatori, calate, dispersori ecc.* – che realizzano un LPS nonché i relativi criteri di installazione – *distanza di sicurezza dei componenti per evitare scariche pericolose, lunghezze minime degli elementi dei dispersori di terra ecc.*

## ZONE DI PROTEZIONE

La protezione di impianti e sistemi elettrici ed elettronici contro le sovratensioni dovute al LEMP si basa sul concetto di zona di protezione in cui è possibile suddividere lo spazio di un edificio:

- **Zona di Protezione (LPZ – Lightning Protection Zone):** zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine (CEI EN 62305-1 art. 3.36).

Una LPZ rappresenta, quindi, una parte di spazio dell'edificio in cui la severità del LEMP è compatibile con il livello di tenuta degli impianti/sistemi in essi contenuti. I confini di una LPZ non sono necessariamente elementi fisici – *ad esempio: pareti, pavimento e soffitto.*

Le zone di protezione, così come classificate dalla normativa, sono riportate in Tabella 2.3.

La suddivisione in zone dell'edificio, da piccole zone locali fino a zone estese che possono comprendere l'intero volume dell'edificio, in base al numero, al tipo ed alla sensibilità di apparati e sistemi elettrici/elettronici, sarà alla base delle SPM – *schermi magnetici, percorsi dei cavi, connessioni equipotenziali, interfacce di separazione, scaricatori di sovratensioni* – in conformità alla Norma CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) e, in via complementare, alla serie delle Norme CEI 64-8.

*Estratto dal* CAPITOLO 3

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI  
FULMINAZIONE DI UNA STRUTTURA**

# 3

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DI UNA STRUTTURA

### 3.1. RISCHIO DI FULMINAZIONE

Un fulmine che cade su una struttura (o in sua prossimità) oppure su linee elettriche di energia o di telecomunicazione (o in loro prossimità) entranti in una struttura può causare:

- danni ad esseri viventi, inclusa la perdita della vita e danni permanenti, per uomini e/o animali per elettrocuzione dovuta alle tensioni di contatto e di passo generate dalla corrente di fulmine;
- danni materiali alla struttura e al suo contenuto e/o ai relativi servizi a causa degli effetti meccanici, termici, chimici o esplosivi conseguenti alla corrente di fulmine;
- guasti ed avarie degli impianti elettrici ed elettronici a causa di impulsi e di campi elettromagnetici dovuti alla corrente di fulmine.

L'ammontare medio della perdita, in termini di uomini, beni e servizi è funzione del valore complessivo della struttura da proteggere.

Concorrono alla determinazione del rischio di fulminazione:

- le sorgenti di danno, funzione del punto di impatto del fulmine:
  - ✓ S1: fulmine sulla struttura;
  - ✓ S2: fulmine in prossimità della struttura;
  - ✓ S3: fulmine su una linea entrante nella struttura;
  - ✓ S4: fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura;
- i tipi di danni, ovvero le conseguenze di una fulminazione sull'intera struttura o su una sua parte, sulle strutture vicine o sull'ambiente:
  - ✓ D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
  - ✓ D2: danno materiale;
  - ✓ D3: guasti di impianti elettrici ed elettronici.

L'ammontare delle perdite, in termini economici, deve essere valutato in funzione del rischio di fulminazione in assenza e in presenza di misure di protezione. L'obiettivo è sviluppare un'analisi costi/benefici basata sui costi da sostenere per l'adozione delle misure di protezione in raffronto ai costi dei rischi residui e concludere in merito alla convenienza economica degli eventuali interventi.

La procedura per l'analisi costi/benefici è riassunta in Tabella 3.15.

### 3.3. PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

I rischi di fulminazione  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  vanno obbligatoriamente valutati ogniqualvolta si possano presentare perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e/o L2 (perdita di servizio pubblico) e/o L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile). I valori di rischio calcolati vanno confrontati con i corrispondenti valori di rischio tollerabili  $R_T$  previsti dalla Norma CEI EN 62305-2 per ogni tipologia di perdita (Tab. 3.2).

Obiettivo della valutazione del rischio di fulminazione è verificare l'eventuale esigenza di protezione della struttura in esame adottando, ove necessario, le opportune misure atte a ridurre il rischio al di sotto dei valori tollerabili. Nel caso fosse necessario adottare delle misure di protezione, i valori ed il peso di ciascuna delle componenti di rischio di fulminazione guidano il tecnico verso l'adozione delle misure più idonee ed efficaci.

Può essere opportuno, pur se non obbligatorio, valutare il rischio connesso alla perdita L4 (perdita economica) – *struttura, installazioni, contenuto ed attività* – e le misure di protezione per ridurlo. La valutazione del rischio è alla base dell'analisi costi/benefici che, attraverso la comparazione dei benefici – *riduzione dell'ammontare delle perdite economiche a seguito dell'adozione di misure di protezione* – con i costi da sostenere per la loro messa in opera, fornirà utili indicazioni sulla opportunità o meno di una loro adozione.

A tal fine può adottarsi la seguente procedura per la valutazione del rischio:

#### 1. IDENTIFICAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

- planimetrie, prospetti, caratteristiche costruttive ecc.
- attività svolta ed organizzazione aziendale – *lavorazioni, addetti, destinazione/classificazione degli ambienti ecc.*
- spazi ed impianti interni, zone omogenee
- topografia ed urbanizzazione dell'area
- linee elettriche e servizi entranti nella struttura

**NOTA:** documentazione da acquisire presso la committenza

## 2. IDENTIFICAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI PERDITE E DI RISCHIO APPLICABILI ALLA STRUTTURA

- perdite: L1 e/o L2 e/o L3 e/o L4
- rischi: R1 e/o R<sub>2</sub> e/o R<sub>3</sub> e/o R<sub>4</sub>

**NOTA:** riferimento Tabella 3.1

## 3. ACQUISIZIONE DELLA DENSITÀ DI FULMINAZIONE

- N<sub>G</sub>

**NOTA:** da sito web CEI, procedura on-line ProDis™

## 4. CALCOLO DELLE COMPONENTI DI RISCHIO PER OGNI ZONA DELLA STRUTTURA IN FUNZIONE DEL RISCHIO DA ANALIZZARE

- componenti di rischio R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub>
- rischio R<sub>1</sub>: R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>U</sub> e R<sub>V</sub> per tutte le tipologie di strutture cui aggiungere R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>W</sub> e R<sub>Z</sub> per strutture a rischio di esplosione, ospedali o altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana
- rischio R<sub>2</sub>: R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub>
- rischio R<sub>3</sub>: R<sub>B</sub>, R<sub>V</sub>
- rischio R<sub>4</sub>: R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub> e R<sub>Z</sub> per tutte le tipologie di strutture cui aggiungere R<sub>A</sub> e R<sub>U</sub> per strutture in cui può verificarsi la perdita di animali

**NOTA:** riferimento paragrafo 3.2

### TIPOLOGIA DI RISCHI R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>

## 5. CALCOLO DEL RISCHIO PER OGNI TIPOLOGIA DI PERDITA

- rischio: R (sommatoria delle componenti di rischio applicabili)
- rischio tollerabile: R<sub>T</sub>

**NOTA:** riferimento Tabella 3.2

## 6. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

- |     |                 |   |
|-----|-----------------|---|
| 6.1 | se $R \leq R_T$ | struttura protetta – STOP procedura   |
| 6.2 | se $R > R_T$    | struttura da proteggere – adozione di idonee misure di protezione – <i>passare al punto 7</i> |



*Estratto dal* CAPITOLO 4

**IL FOGLIO DI LAVORO PER LA  
VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI  
FULMINAZIONE**

# 4

## IL FOGLIO DI LAVORO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

### 4.1. SPECIFICHE BASE

La valutazione del rischio di fulminazione è stata sviluppata in ambiente Microsoft Office Excel 2007<sup>1</sup>.

La cartella di lavoro si compone di tre fogli:

- **legenda:** in cui sono sintetizzate alcune definizioni – *sorgenti, danni, perdite e rischi* – utili per lo studio del rischio di fulminazione di una struttura;
- **generale**<sup>2</sup>: che contiene le formule di calcolo, introdotte dalla Norma CEI EN 62305-2 e riportate nelle Tabelle del Capitolo 3, utilizzate per la valutazione del rischio di fulminazione;
- **settings**<sup>2</sup>: in cui sono contenuti i valori normativi dei parametri utilizzati nel foglio "generale".

**Per la valutazione del rischio di fulminazione si dovrà utilizzare esclusivamente il foglio "generale".**

Per una funzionale gestione del foglio di lavoro e dell'intero processo di valutazione del rischio si sono utilizzate:

- formattazioni condizionali delle celle al fine di evidenziare i dati in funzione delle diverse esigenze;
- Macro – *insieme di comandi o istruzioni raggruppati per rendere automatiche alcune operazioni* – attivabili mediante pulsanti; qualora non si

---

<sup>1</sup> Alcune celle includono intervalli di formattazione condizionale sovrapposti o tipi di formattazione condizionale – *numero di formati condizionali superiore a tre, scale di colori ecc.* – non supportate da versioni Excel precedenti per le quali potrebbe aversi una perdita di funzionalità significativa con una formattazione condizionale differente e/o una perdita di funzionalità non significativa con la conversione in una formattazione condizionale più simile disponibile.

<sup>2</sup> Per alcune celle del foglio "generale" e per l'intero foglio "settings" sono state inserite delle protezioni per evitare ogni accidentale modifica che potrebbe compromettere la funzionalità del foglio di lavoro e la correttezza dei calcoli contenuti; si consiglia di non eliminare tali protezioni e di non modificare i fogli di lavoro ed il contenuto delle celle.