



- **Sicurezza degli impianti.** Necessarie misure di protezione *ad hoc* contro i danni

D.Lgs. 81 e norme tecniche basilari per la valutazione sul rischio fulminazione

Per alcuni rischi connessi con le attività lavorative sussistono disposizioni legislative e/o norme tecniche che indicano criteri di analisi e di stima del rischio specifico. L'art. 84, «*Protezioni dai fulmini*», D.Lgs. n. 81/2008 (modificato dal recente D.Lgs. n. 106/2009), ha obbligato il datore di lavoro a provvedere «*affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini realizzati secondo le norme tecniche*». È proprio a queste norme tecniche che il valutatore deve riferirsi per stimare il rischio; in particolare, il riferimento in vigore attualmente è la norma CEI EN 62305-2.

- di **Cesare Campello, Federico Maritan e Mauro Rossato**, ingegneri area sicurezza di Vega Engineering S.r.l. - Venezia

Le fulminazioni

È possibile annoverare anche il rischio fulminazione tra i cosiddetti "rischi normati" e applicare, dal punto di vista metodologico, le stesse considerazioni valide per altri tipi di rischio come, per esempio, per il rischio rumore o per il rischio da vibrazioni meccaniche^[1]. Le fulminazioni sono fenomeni di origine naturale prevedibili in termini probabilistici. Gli effetti delle fulminazioni possono essere distruttivi, infatti, per fulminazioni particolarmente intense risulta difficile proteggere completamente le persone e le cose. Un fulmine che investe una struttura (in generale, quelle di maggiori dimensioni sono soggette a un più elevato rischio di fulminazione) può provocare

danni, oltre che alla struttura stessa, alle persone e ai beni presenti, agli impianti elettrici e/o di segnale e alle apparecchiature; i danni potrebbero addirittura estendersi anche all'ambiente circostante e alle strutture vicine.

Per ridurre la **perdita**^[2] dovuta al fulmine può essere necessario adottare misure di protezione. Se queste siano necessarie e quali caratteristiche debbano avere deve essere determinato attraverso la valutazione del rischio.

L'art. 17, D.Lgs. n. 81/2008, ha obbligato il datore di lavoro a effettuare la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'art. 28. Per quanto riguarda il rischio specifico legato alle

1) Per un approfondimento sul tema si veda, di Federico Maritan e Mauro Rossato, Stima e valutazione dei rischi normati: i criteri di accettabilità e tollerabilità, in *Ambiente&Sicurezza* n. 9/2007, pag. 75.

2) Secondo la norma tecnica CEI EN 62305-2 si definisce "perdita" l'ammontare medio della perdita (uomini e beni) conseguente a un determinato tipo di danno dovuto a un evento pericoloso, riferito al valore complessivo (uomini e beni) dell'oggetto da proteggere.



Tabella 1

● Tipici valori di rischio di fulminazione tollerabile secondo la norma CEI EN 62305-2

Tipo di perdita	Rischio tollerabile R_T (espresso in anni ⁻¹)
Perdita di vite umane e danni permanenti	10^{-5}
Perdita di servizio pubblico	10^{-3}
Perdita di patrimonio culturale insostituibile	10^{-3}

fulminazioni, dirette^[3] e indirette^[4], questo rientra nel contesto più ampio dei rischi di natura elettrica, trattati nell'art. 80, D.Lgs. n. 81/2008, e connessi, tra l'altro, con la presenza e l'utilizzo da parte dei lavoratori di materiali, di apparecchiature e di impianti elettrici.

Stima del rischio secondo la CEI EN 62305-2

La stima del rischio dovuto a tutti i possibili effetti del fulmine su una struttura e su un servizio è trattata nella norma CEI EN 62305-2 mediante una specifica procedura di calcolo per la determinazione di questo rischio. Questa procedura è piuttosto complessa e articolata e richiede, quindi, specifiche competenze sull'argomento nonché l'ausilio di appositi *software*.

Il rischio, definito nella norma CEI EN 62305-2 come la probabile perdita media annua dovuta al fulmine in una struttura e in un servizio, dipende sostanzialmente da:

- il numero annuo di fulmini che interessano la struttura e il servizio, che costituisce un dato di progetto in quanto dipendente dalla zona in cui è edificata la struttura;
- la probabilità che un fulmine, colpendo la struttura o il servizio, provochi danni;
- l'ammontare medio della perdita conseguente.

Il risultato numerico ottenuto (denominato nella norma con la lettera "R") è la misura della probabile perdita annua.

È opportuno evidenziare che la norma si inte-

ressa anche della perdita di "cose" e non solo di vite umane; nel contesto della valutazione dei rischi per i lavoratori ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008 è possibile trascurare la valutazione dei danni alle cose (sempreché questo danno non comporti infortuni ai lavoratori) ed è possibile stabilire che la magnitudo del danno sia sempre massima.

Per completezza, nella *tabella 1* è riportato il tipo di perdita e l'associato valore di **rischio tollerabile**^[5] R_T , definito come il massimo valore di rischio che può essere tollerato per la struttura da proteggere secondo la norma CEI EN 62305-2. Pertanto, il risultato ottenuto nella fase di analisi del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2 identificherà il rischio totale R (espresso in anni⁻¹) associato alla struttura (edificio). Se il rischio totale R è minore del rischio tollerabile della struttura R_T , la protezione contro il fulmine non è necessaria e la struttura si definisce "**autoprotetta**". Se invece il rischio totale R risulta maggiore del rischio tollerabile R_T , dovranno essere adottate idonee misure di protezione quali, per esempio, captatori, gabbie di Faraday, scaricatori ecc., per rendere $R \leq R_T$.

Aggiornamento della valutazione in funzione del progresso tecnico

Le specifiche norme di buona tecnica relative alla valutazione del rischio fulminazione sono state recentemente modificate e quelle attualmente in vigore, in alcuni casi, possono prevedere l'adozione di sistemi di protezione non richiesti da una valutazione del rischio effet-

3) Si definisce fulminazione diretta l'evento in cui un fulmine colpisce l'oggetto che deve essere protetto (si veda il punto 3.25, norma CEI EN 62305-1).

4) Si definisce fulminazione indiretta l'evento in cui un fulmine cade tanto vicino a un oggetto da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose (si veda il punto 3.26, norma CEI EN 62305-1).

5) Un valore tipico di rischio tollerabile R_T per una struttura, dove possono esserci delle "Perdite di vite umane o danni permanenti", è pari a 10^{-5} (anni⁻¹).



Riquadro 1

● La CEI EN 62305 per la rivalutazione del rischio

La valutazione del rischio di fulminazione eseguita in conformità alla norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) risulta più restrittiva (quindi, garantisce maggiore tutela delle persone) rispetto alle valutazioni già effettuate in base alla norma CEI 81-1 o alla norma CEI 81-4, per cui la rivalutazione risulta un adempimento necessario. Potranno esserci, infatti, alcuni casi in cui la rivalutazione del rischio fulminazione evidenzierà che la struttura non risulta più auto protetta nei confronti delle fulminazioni. In questi casi il datore di lavoro ha l'obbligo di individuare e di realizzare le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2).

tuata secondo le precedenti norme tecniche. In sostanza, le norme CEI 81-1, «Protezione delle strutture contro i fulmini», 81-4, «Protezione delle strutture contro i fulmini - Valutazione del rischio dovuto al fulmine», e anche la guida CEI 81-8 sugli SPD, «Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione», in vigore fino al 1° febbraio 2007, sono state sostituite dalle nuove norme internazionali:

- CEI EN 62305-1, «Protezione contro i fulmini - Principi generali»;
- CEI EN 62305-2, «Protezione contro i fulmini - Analisi del rischio»;
- CEI EN 62305-3, «Protezione contro i fulmini - Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone»;
- CEI EN 62305-4, «Protezione contro i fulmini - Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture»;
- CEI 81-10;V1, «Protezione contro i fulmini»;

le quali hanno imposto una valutazione del rischio di fulminazione più restrittiva, garantendo una maggiore tutela delle persone.

Per gli edifici esistenti, per i quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (norme CEI 81-1 e CEI 81-4), è spontaneo chiedersi se debba essere effettuata la rivalutazione del rischio di fulminazione. La nuova valutazione, infatti, potrebbe evidenziare che la struttura non risulti più auto protetta nei confronti delle fulminazioni. Per quanto riguarda la necessità di aggiornamento nel tempo della stima del rischio, si evidenzia che l'art. 29, «Modalità di effettuazione della valutazione dei rischi», D.Lgs. n. 81/2008, ha imposto al datore di lavoro di «rielaborare la valutazione dei rischi e il documento di valutazione in relazione al grado di

evoluzione della tecnica». Sempre a questo proposito, l'art. 2087, «Tutela delle condizioni di lavoro», Codice civile, ha imposto all'imprenditore di «adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro». Infine, la norma CEI 81-10;V1 ha riportato che «La valutazione del rischio deve essere eseguita per tutte le strutture in conformità alla norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e devono essere individuate le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa».

Il datore di lavoro dovrà effettuare, quindi, come sintetizzato nello schema 1, la valutazione del rischio di fulminazione in conformità alla norma CEI EN 62305-2 (si veda il riquadro 1) e alla norma CEI 81-10;V1, sia per tutte le strutture (nuove ed esistenti) prive di valutazione, sia per le strutture già valutate utilizzando le norme CEI in vigore fino al 1° febbraio 2007 (CEI 81-1 e CEI 81-4).

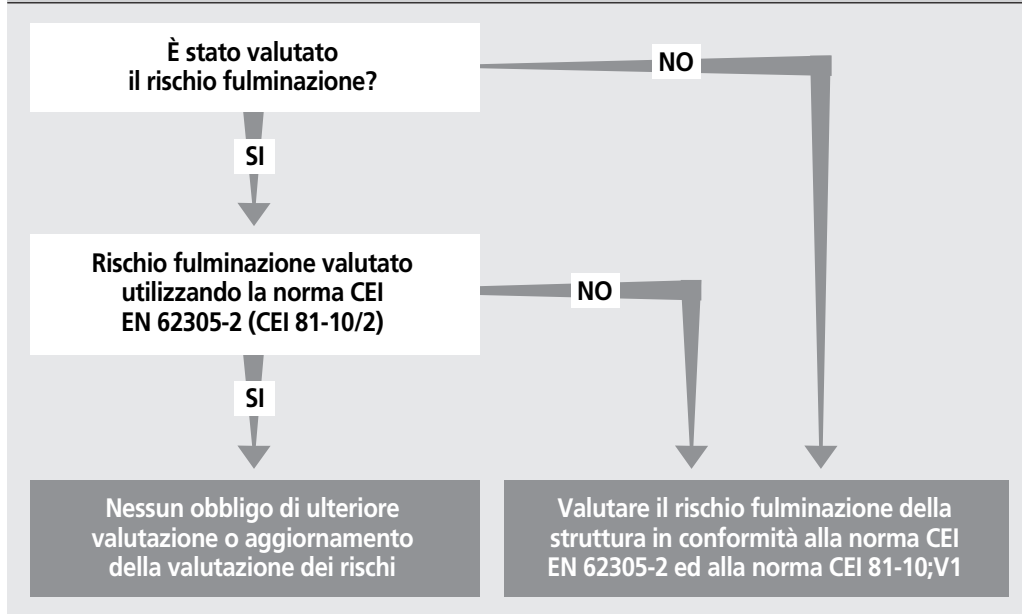
Infine, è necessario precisare che, per quanto riguarda gli edifici civili, non esistono obblighi di legge specifici in merito alla valutazione del rischio fulminazione. Tuttavia, il responsabile della struttura (per esempio, l'amministratore di condominio) ha l'obbligo giuridico di agire con perizia, prudenza e diligenza; pertanto, la valutazione del rischio fulminazione della struttura è, comunque, un suo obbligo giuridico.

Stima e valutazione del rischio

Il processo di valutazione dei rischi (*risk assessment*) consiste in una serie di tappe logiche ed è finalizzato a esprimere un giudizio sui rischi ai



Schema 1

● Diagramma di sintesi relativo alla necessità di valutazione o di aggiornamento della valutazione del rischio da fulminazioni

quali è soggetto il lavoratore^[6]. Come evidenziato a livello normativo (si vedano, in particolare, la norma UNI EN 12100-1 e la norma UNI 11230, «*Gestione del rischio - Vocabolario*»), il *risk assessment* è composto da due fasi che devono essere sempre ben distinte:

- l'“analisi”;
- la “valutazione”.

In tal senso la norma UNI EN 12100-1 ha utilizzato, rispettivamente, i termini “*risk analysis*” e “*risk evaluation*”, mentre la norma UNI 11230 utilizza i termini **misurazione del rischio e ponderazione del rischio**^[7]. Infatti, l'analisi, che include l'identificazione e la stima (o misura) dei rischi, è necessaria a fornire informazioni di tipo quantitativo, che saranno utilizzate nella successiva fase di valutazione (o ponderazione); quest'ultima assume aspetti di tipo qualitativo al fine di esprimere un giudizio.

Procedendo in modo coerente, la fase di stima potrà fornire valori, a seconda del tipo di rischio, fra loro disomogenei (espressi come probabilità, decibel, metri al secondo quadrato ecc.), senza che questo precluda la possibilità di emettere un giudizio sull'accettabilità del rischio espresso sulla base di un medesimo criterio per tutti i rischi, “normati” e “non normati”.

Utilizzando i criteri indicati nella recente norma BS 18004:2008^[8], la fase di stima sarà effettuata sulla base di una correlazione, illustrata nella *tabella 2*, tra probabilità di accadimento e danno atteso, mentre la fase di *risk evaluation* (ponderazione del rischio) sarà finalizzata a determinare se il rischio deve essere considerato “accettabile”^[9] oppure no.

La correlazione tra stima del rischio secon-

6) Per approfondimenti si veda, di Federico Maritan e Mauro Rossato, Valutazione del rischio: quali standard per definire una metodologia unitaria?, in *Ambiente&Sicurezza* n. 12/2006, pag. 19.

7) La norma UNI 11230 definisce “misura del rischio” (risk measurement o risk estimation) come il «processo di attribuzione di un valore alla dimensione di un rischio» e “ponderazione del rischio” (risk evaluation) come «il processo di comparazione del rischio misurato, rispetto ai criteri di rischio».

8) La norma BS 18004:2008 sostituisce la precedente BS 8800:2004.

9) La norma BS 18004:2008 definisce “accettabile” un rischio che è stato ridotto a un livello che può essere tollerato dall'organizzazione in conformità agli obblighi di legge e alla propria politica per la salute e la sicurezza.



Tabella 2

● **Matrice per il calcolo della stima del rischio** (riferimento BS 18004:2008)

		Danno		
		Danno Lieve	Danno Moderato	Danno Grave
Probabilità	Molto Improbabile	Rischio Molto Basso (<i>Very Low Risk</i>)	Rischio Molto Basso (<i>Very Low Risk</i>)	Rischio Alto (<i>High Risk</i>)
	Improbabile	Rischio Molto Basso (<i>Very Low Risk</i>)	Rischio Medio (<i>Medium Risk</i>)	Rischio Molto Alto (<i>Very High Risk</i>)
	Probabile	Rischio Basso (<i>Low Risk</i>)	Rischio Alto (<i>High Risk</i>)	Rischio Molto Alto (<i>Very High Risk</i>)
	Molto Probabile	Rischio Basso (<i>Low Risk</i>)	Rischio Molto Alto (<i>Very High Risk</i>)	Rischio Molto Alto (<i>Very High Risk</i>)

do la norma CEI EN 62305-2 e la norma BS 18004:2008 può essere quella proposta nella *tabella 3*. Applicando la procedura di calcolo definita dalla norma CEI EN 62305-2 (modificata dalla variante CEI 81-10;V1) a un edificio, sarebbe possibile ottenere uno dei tre casi schematizzati nella *tabella 3*, nella quale si riportano, in colonne distinte, la stima e la valutazione del rischio rispettivamente secondo la norma CEI EN 62305-2 e BS 18004:2008. Nella *tabella 4* sono riportati tre casi di valutazione del rischio fulminazione applicata a un capannone industriale.

Conclusioni

Le norme CEI EN 62305-2 e CEI 81-10;V1 sono gli strumenti che il datore di lavoro ha a disposizione per effettuare una specifica valutazione del rischio di fulminazione.

La corretta separazione nel processo di valutazione (*risk assessment*) della fase di stima (*risk estimation*) da quella di valutazione (*risk evaluation*), prevista tra l'altro nelle norme UNI EN 12100-1, UNI 11230:2007 e BS 18004:2008, permette di emettere giudizi omogenei per tutti i rischi, compresi quelli "normati", tra cui si può annoverare il rischio di fulminazione.

Inoltre, una corretta e completa indicazione

dei criteri di corrispondenza tra le stime o le misure di tutti i rischi "normati" e la valutazione di questi, in modo analogo a quanto esemplificato nella *tabella 3* per il rischio di fulminazione, determina anche un metodo conforme ai requisiti richiesti dalla norma BS OHSAS 18001:2007, ovvero permette di disporre di una valutazione del rischio che può essere utilizzata come base per la realizzazione di un sistema di gestione della sicurezza certificabile.

Un'ultima annotazione riguarda la necessità di aggiornare la valutazione del rischio di fulminazione a seguito dell'introduzione di nuove norme tecniche; infatti, se per i nuovi edifici si utilizzeranno queste norme per effettuare la valutazione del rischio di fulminazione, per gli edifici esistenti, nei quali la valutazione del rischio fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (norme CEI 81-1 e CEI 81-4), il datore di lavoro dovrà effettuare nuovamente la valutazione in conformità alla nuove norme (CEI EN 62305-2 e CEI 81-10;V1) e, se necessario, dovrà individuare e realizzare le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma CEI EN 62305-2 stessa.

**Tabella 3**

● **Tre situazioni reali possibili per edifici esistenti e correlazione tra stima del rischio secondo CEI EN 62305-2 e BS 18004:2008**

Situazioni	Stima del rischio norma CEI EN 62305-2	Stima del rischio norma BS 18004:2008			Stima del rischio norma CEI EN 62305-2	Valutazione del rischio norma BS 18004:2008
		P	D	R		
Edificio Autoprotetto (R < R _T)	Rischio R < 10 ⁻⁵ senza applicare specifiche misure di protezione	MI	DG	RA	Tollerabile	Accettabile (data la conformità alla specifica norma tecnica CEI EN 62305-2)
Edificio Protetto (R < R _T)	Rischio R < 10 ⁻⁵ applicando specifiche misure di protezione	MI	DG	RA	Tollerabile	Accettabile (data la conformità alla specifica norma tecnica CEI EN 62305-2)
Edificio Non Protetto (R < R _T)	Rischio R > 10 ⁻⁵ (per esempio R = 10 ⁻⁴)	I	DG	RMA	Non tollerabile	Inaccettabile

Legenda: Probabilità (MI: Molto Improbabile - I: Improbabile - P: Probabile - MP: Molto Probabile). Danno (DL: Danno Lieve - DM: Danno Moderato - DG: Danno Grave). Rischio funzione di Probabilità e Danno [R = f(P;D)] (RMB: Rischio Molto Basso - RB: Rischio Basso - RM: Rischio Medio - RA: Rischio Alto - RMA: Rischio Molto Alto).

Tabella 4

● **Tre esempi di valutazione del rischio fulminazione**

Primo caso: capannone industriale autoprotetto

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra N_t (fulmini/anno km²): 4 (valore che dipende dall'area geografica di ubicazione della struttura);
 - coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
 - dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
 - numero massimo di persone presenti: 50 (lavoratori, installatori ecc.);
 - rischio di incendio: ridotto⁽¹⁾;
 - nessun tipo di sistema di protezione installato per ridurre il rischio di fulminazione,
- si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, il rischio totale è:

$$R = 0.93 * 10^{-5}$$

quindi, è possibile predisporre una scheda di valutazione dei rischi.

Misure di prevenzione e di protezione e valutazione del rischio					
Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e protezione	Misure di controllo ⁽²⁾	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta e indiretta	Fulminazione	-	-	Struttura autoprotetta come verificato	Accettabile



	Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto			dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e della variante CEI 81-10;V1 Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2: R = 0.93 * 10⁻⁵	
--	---	--	--	--	--

Secondo caso: capannone industriale protetto

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra Nt (fulmini/anno km²): 4;
- coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
- dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
- numero di persone presenti: 50;
- rischio di incendio: ordinario⁽³⁾;

• **installato un idoneo sistema di scaricatori di sovratensione ad arrivo linea (SPD),**

si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, il rischio totale è:

$$R = 0.68 * 10^{-5}$$

quindi, è possibile redigere una scheda di valutazione dei rischi.

Misure di prevenzione e di protezione e valutazione del rischio

Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e di protezione	Misure di controllo ⁽⁴⁾	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta e indiretta	Fulminazione Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto	Installazione di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche conformi alla regola dell'arte	Verifica periodica ai sensi del D.P.R. n. 462/2001 effettuato da un ente di controllo o da un organismo abilitato Manutenzione periodica dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche in conformità alla norma (CEI EN 62305-3 e CEI EN 62305-4) CEI 81-10, parti 3 e 4	Struttura autoprotetta come verificato dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e della variante CEI 81-10;V1 Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2: R = 0.68 * 10⁻⁵	Accettabile

**Terzo caso: capannone industriale non protetto**

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra N_t (fulmini/anno km^2): 4;
 - coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
 - dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
 - numero di persone presenti: 50;
 - rischio di incendio: ordinario;
 - nessun tipo di sistema di protezione installato per ridurre il rischio di fulminazione,
- si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, il rischio totale è:

$$R = 1.2 * 10^{-5}$$

quindi, è possibile stilare una scheda di valutazione dei rischi.

Misure di prevenzione e di protezione e valutazione del rischio					
Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e di protezione	Misure di controllo ⁽⁵⁾	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta e indiretta	Fulminazione Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o a conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto	-	-	Struttura autoprotetta come verificato dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e della variante CEI 81-10;V1 Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2: $R = 1.2 * 10^{-5}$	Non accettabile

In questo caso, poiché l'esito della valutazione del rischio residuo risulta "inaccettabile", è necessario installare alcuni idonei impianti di protezione al fine di ottenere un rischio accettabile; in mancanza di questo la struttura non è edificabile o utilizzabile.

Note:

(1) Si definiscono strutture con rischio incendio ridotto quelle con carico specifico d'incendio inferiore a 400 MJ/m² o le strutture che contengono solo occasionalmente materiali combustibili.

(2) Sistemi di controllo (tecnic, organizzativi ecc.) necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e di protezione previste.

(3) Strutture con carico specifico d'incendio compreso tra 400 MJ/m² e 800 MJ/m² sono considerate a rischio d'incendio ordinario.

(4) Sistemi di controllo necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e di protezione applicate.

(5) Sistemi di controllo necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e di protezione previste.