

# ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 21 - numero 4456 di Martedì 30 aprile 2019

## Prevenzione incendi: la resistenza al fuoco degli elementi strutturali

*Un nuovo documento Inail si sofferma sulla resistenza al fuoco degli elementi strutturali con riferimento al Codice di prevenzione incendi. Gli approcci prescrittivi e prestazionali, le azioni sulle strutture esposte al fuoco e la verifica di resistenza.*

Roma, 30 Apr ? Come abbiamo ricordato anche in precedenti articoli, un sondaggio del Consiglio Nazionale degli Ingegneri ha rilevato come gli ingegneri, benché interessati alle nuove potenzialità introdotte dal **Codice di prevenzione incendi** (presente nel [Decreto del Ministero dell'Interno del 3 agosto 2015](#)), ancora lo utilizzino poco (oltre il 62% dei progettisti "non ha provato ad utilizzarlo oppure ha rinunciato dopo un tentativo" e di quelli che lo hanno adottato, "pochi hanno fatto ricorso alle cosiddette soluzioni alternative").

Proprio in relazione a questi dati e per favorire l'utilizzo del Codice è disponibile sul sito dell'Inail un recente documento ? pubblicato dopo un analogo volume del 2018 sulla [progettazione antincendio](#) - dal titolo "**La resistenza al fuoco degli elementi strutturali. Focus sulla misura S.2 del Codice di prevenzione incendi - Resistenza al fuoco**" e a cura del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (DITSIPIA) dell'Inail.

Il documento, realizzato insieme ad altri in collaborazione con l'Università di Roma "Sapienza", il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, ha l'obiettivo di illustrare alcune potenzialità del [Codice di prevenzione incendi](#) e di fornire degli strumenti esplicativi, "incentrati su esempi pratici di progettazione, che sembrano rappresentare un'esigenza particolarmente sentita dai professionisti". Si tratta di un utile "strumento di supporto nella progettazione e gestione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro e uno spunto di riflessione per i professionisti antincendio e, anche a scopo didattico, un ausilio pratico per gli studenti interessati alla formazione specialistica in materia di progettazione antincendio".

Ricordando che i vari compendi che verranno pubblicati riguardano, fundamentalmente, le dieci misure della strategia antincendio presenti nel Codice, la presente pubblicazione si occupa delle tematiche relative alla misura [S.2 Resistenza al fuoco](#).

Questi gli argomenti trattati nell'articolo:

- [Gli approcci progettuali prescrittivi e prestazionali](#)
- [Le azioni sulle strutture esposte al fuoco](#)
- [L'indice del documento](#)

Pubblicità

<#? QUI-PUBBLICITA-MIM-[USB031] ?#>

# Gli approcci progettuali prescrittivi e prestazionali

La pubblicazione ricorda nella prefazione che "la **progettazione della sicurezza antincendio** nelle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco e nei luoghi di lavoro, al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio e di limitarne le conseguenze, è sancita dal d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 per le attività soggette, mentre nei luoghi di lavoro è prescritta, in maniera più generale, dall'art. 17 del 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.". E le misure adottabili, che si basano sulla preliminare valutazione del rischio incendio, possono essere individuate ? come ricordato, anche in questo caso, da alcuni articoli e interviste del nostro giornale ? "a partire da un **approccio progettuale di tipo prescrittivo o di tipo prestazionale**". E non bisogna dimenticare che "tali obblighi valgono anche in attività che non sono luoghi di lavoro in virtù del d.lgs. 139 dell'8 marzo 2006 e s.m.i.".

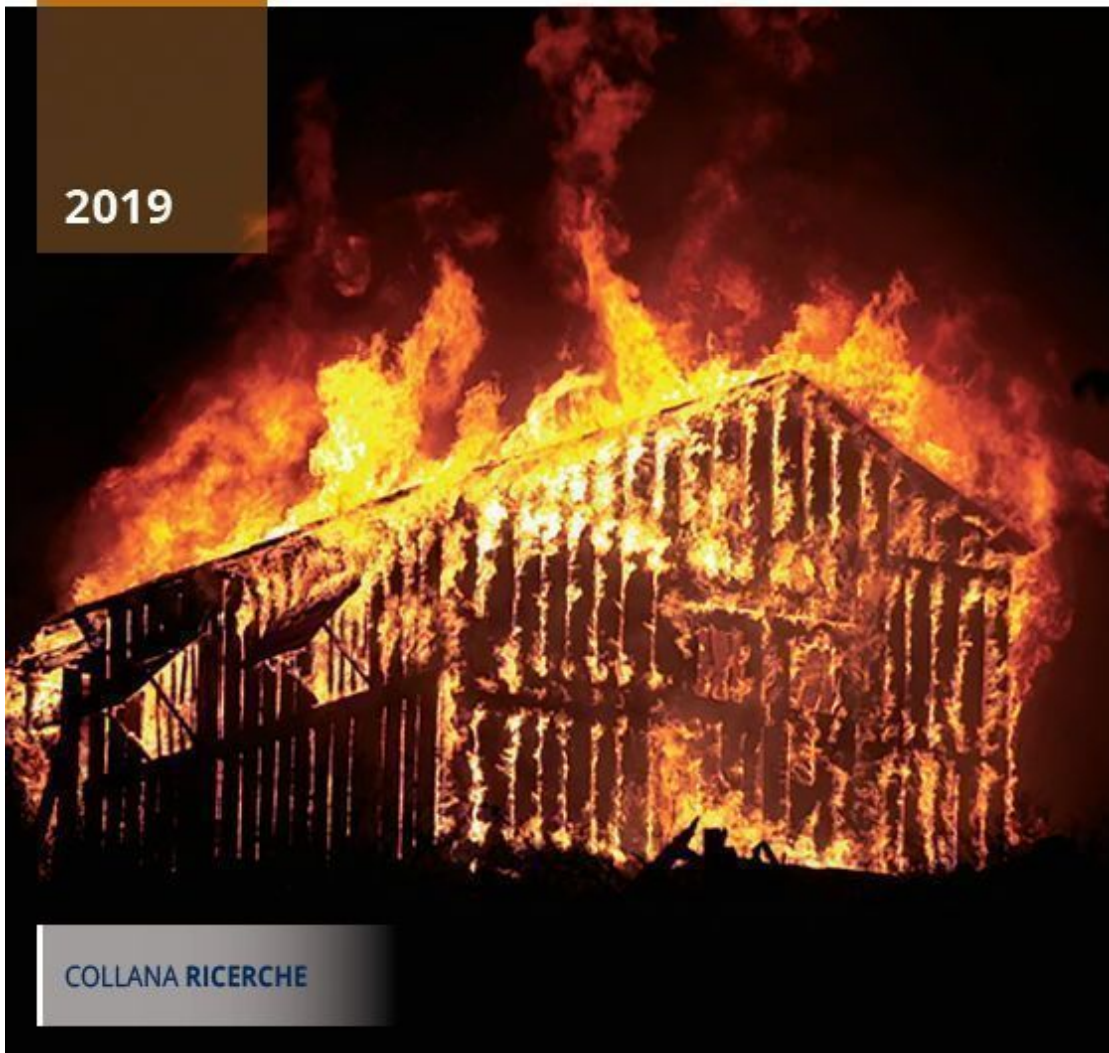
# LA RESISTENZA AL FUOCO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

INAIL

Focus sulla misura S.2  
del Codice di prevenzione incendi

- RESISTENZA AL FUOCO

2019



COLLANA RICERCHE

In particolare si indica che la **progettazione antincendio**, nel rispetto della normativa vigente, "può essere effettuata elaborando soluzioni tecniche flessibili ed aderenti alle specifiche caratteristiche ed esigenze delle attività soggette al controllo di prevenzione incendi ( metodo prestazionale)". E in questo contesto si inserisce il Codice di prevenzione incendi (Co.P.I.) che, "senza effettuare uno strappo rispetto al passato, si propone come promotore del cambiamento, privilegiando l'approccio prestazionale, in grado di garantire standard di sicurezza antincendio elevati mediante un insieme di soluzioni progettuali, sia conformi che alternative".

In definitiva, il Codice "rappresenta uno strumento finalizzato all'ottenimento degli obiettivi di sicurezza antincendio,

caratterizzato da un linguaggio allineato con gli standard internazionali. La strategia antincendio in esso rappresentata, in dipendenza dei livelli di prestazione scelti, garantisce i prefissati obiettivi di sicurezza, mediante diverse soluzioni progettuali, grazie alla compresenza ed all'apporto delle varie misure antincendio".

## Le azioni sulle strutture esposte al fuoco

Rimandando ad una lettura integrale del documento, ci soffermiamo brevemente oggi su sulla **verifica di resistenza al fuoco** della struttura sottoposta ad incendio che viene eseguita "seguendo **due fasi**:"

- a. la determinazione delle azioni agenti sulla stessa;
- b. l'applicazione di metodi di calcolo (semplificati o avanzati) o sperimentali".

E, a questo proposito, si indica che le **azioni agenti sulle strutture** sottoposte ad incendio sono di due tipologie, meccanica e termica.

Riguardo alle **azioni meccaniche** si segnala che la struttura dovrà essere in grado "di conservare, a seguito dell'incremento di temperatura cui è soggetta, la propria capacità portante per un tempo prefissato, a fronte al decadimento della proprietà meccaniche dei materiali di cui è costituita".

A questo proposito si ricorda che l'incendio è considerabile un'**azione eccezionale** per una struttura e che "si deve tener conto della presenza delle azioni permanenti e di quelle azioni variabili che agiscono contemporaneamente all'incendio secondo la combinazione eccezionale". Il documento riporta una formula relativa al valore dell'azione di progetto in conformità con le prescrizioni dettate dalle NTC 2018 (Norme Tecniche delle Costruzioni, d.m. 17 gennaio 2018).

Sono poi riportati altri dettagli e si indica che l'**accadimento incendio**, in pratica, "può essere considerato un particolare carico per la struttura, con l'aggravante che esso è potenzialmente in grado di ridurre le proprietà meccaniche dei materiali costituenti la medesima".

Riguardo alle **azioni termiche** si segnala che "la necessità di effettuare l'analisi termica della struttura mira alla ricostruzione della distribuzione delle temperature, all'interno della stessa, al fine di monitorarne la capacità portante e la deformazione in atto, in funzione del tempo".

Le azioni di natura termica agenti sulla struttura per effetto dell'incendio "sono costituite dal flusso termico netto che investe la superficie unitaria degli elementi costituenti la medesima".

Anche in questo caso sono riportate nel documento idonee formule.

Si ricorda poi che in riferimento alla determinazione dell'andamento della temperatura ambiente durante le fasi dell'incendio, "la normativa europea consente, in pratica, due **approcci per la risoluzione dell'analisi termica**. Sono ammesse curve di incendio, tempo-temperatura, nominali (approccio prescrittivo) e naturali (approccio prestazionale):

- la curva nominale è adottata per la classificazione delle costruzioni e per le verifiche di resistenza al fuoco di tipo convenzionale; essa rappresenta essenzialmente la fase post flashover (incendio pienamente sviluppato), senza considerare le fasi di innesco, propagazione e raffreddamento;
- la curva naturale viene determinata in base a modelli d'incendio, e a parametri fisici, che definiscono le variabili di stato all'interno del compartimento; essa agisce sugli elementi costruttivi per l'intera durata dell'incendio, compresa la fase di raffreddamento, fino al ritorno alla temperatura ambiente".

# L'indice del documento

Rimandando alla lettura integrale del documento, che si sofferma su molti aspetti e fornisce utili strumenti ai professionisti, concludiamo presentando l'**indice generale** del volume:

Prefazione

1. Obiettivi

2. Introduzione

2.1 La normativa europea ed i requisiti base delle opere di costruzione

2.2 La normativa italiana

3. Le azioni sulle strutture esposte al fuoco

3.1 Azioni meccaniche

3.2 Azioni termiche

4. La modellazione dell'incendio

5. La valutazione della resistenza al fuoco

5.1 Metodo sperimentale

5.2 Metodo tabellare

5.3 Metodo analitico

5.3.1 Metodi di calcolo analitici semplificati

5.3.2 Metodi di calcolo analitici avanzati

6. Il comportamento al fuoco dei materiali strutturali

7. Le soluzioni fornite dal Codice - la misura antincendio S.2

## 8. Le opportunità offerte al progettista dal Codice

### **Caso studio 1: resistenza al fuoco di elementi portanti in C.A.P.**

#### Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

#### Obiettivi dello studio

Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco del tegolo: metodo analitico

a) Analisi della distribuzione termica nell'elemento

b) Proprietà meccaniche dei materiali

c) Verifica della capacità portante dell'elemento

Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco del tegolo: metodo tabellare

Considerazioni a commento

### **Caso studio 2: resistenza al fuoco di un solaio in C.A.**

#### Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

#### Obiettivi dello studio

a 1) Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco del solaio - metodo analitico

a 2) Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco del solaio - metodo tabellare

b 1) Valutazione delle prestazioni di resistenza della soletta piena in C.A. - metodo analitico

b 2) Valutazione delle prestazioni di resistenza della soletta piena in C.A. - metodo tabellare

c1) Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco della trave portante

c2) Metodo dell'isoterma a 500° C

Considerazioni a commento

### **Caso studio 3: resistenza al fuoco di una trave portante in acciaio**

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

Elementi strutturali in acciaio non protetti

Elementi strutturali in acciaio protetti

Considerazioni a commento

### **Caso studio 4: resistenza al fuoco di una colonna portante in acciaio**

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

Verifica degli elementi compressi (colonne con sezione di classe 1, 2 o 3)

Determinazione della classe di duttilità a caldo del profilato

Colonna in acciaio non protetta

Colonna in acciaio protetta

Considerazioni a commento

### **Caso studio 5: resistenza al fuoco di un solaio composto in acciaio e calcestruzzo**

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

Verifica dei requisiti "I" ed "R" per la soletta composta

Studio della capacità portante delle travi principali

Calcolo del momento resistente MR

Studio della capacità portante delle travi secondarie

Considerazioni a commento

### **Caso studio 6: resistenza al fuoco di una trave portante in legno**

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

Verifica della trave con il metodo della sezione efficace

Protezione della trave al fine di garantire una capacità portante corrispondente a R60

Considerazioni a commento

### **Caso studio 7: resistenza al fuoco di una muratura portante**

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

a) Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco della muratura - metodo analitico

b) Valutazione delle prestazioni di resistenza al fuoco di una muratura di tamponamento

Considerazioni a commento

### **Caso studio 8: resistenza al fuoco di una trave portante in alluminio**



Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

Elementi strutturali in alluminio non protetti

Elementi strutturali in alluminio protetti

Considerazioni a commento

## **Appendice A - Studio di curve d'incendio**

A.1 - Caso studio curva RHR(t) e modellazione termica con CFAST - ipotesi incendio in un deposito di lavorati in legno

Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Obiettivi dello studio

a) Determinazione del fattore di ventilazione  $O$ :

b) Determinazione dei vari parametri significativi della curva:

c) Determinazione del verificarsi del flashover:

c) Determinazione delle quantità di combustibile bruciato durante l'incendio:

d) Determinazione della velocità di combustione:

Modellazioni con CFAST

a) Ipotesi pareti e solaio in CLS

b) Ipotesi struttura portante in C.A. con pareti e solaio in laterizio

c) Ipotesi sulla gestione del materiale combustibile - focolare da 5 MW

Considerazioni a commento

## A.2 - Caso studio curva naturale d'incendio - ipotesi incendio in un archivio

### Descrizione

Studio della problematica di sicurezza antincendio

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

### Obiettivi dello studio

Considerazioni a commento

## **Appendice B - Applicazione del metodo analitico avanzato per la valutazione della resistenza al fuoco di un'intera struttura**

Valutazioni con la FSE sulla resistenza al fuoco delle strutture di un fabbricato produttivo con deposito di materiale combustibile

### Descrizione

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

### Obiettivi dello studio

- a) Inquadramento generale del progetto
- b) Simulazioni di incendio
- c) Parametri utilizzati nelle simulazioni di incendio
- d) Scenario di incendio di progetto esaminato
- e) Verifiche analitiche della resistenza strutturale al fuoco

f) Analisi termo-strutturale

Considerazioni a commento

Eurocodici utilizzati nella pubblicazione

### Bibliografia

Fonti immagini

***Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:***

Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici, "[La resistenza al fuoco degli elementi strutturali. Focus sulla misura S.2 del Codice di prevenzione incendi - Resistenza al fuoco](#)", realizzato in collaborazione con l'Università di Roma "Sapienza", il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, a cura di Raffaele Sabatino (Inail, DITSIPIA), Mara Lombardi e Nicolò Sciarretta (Università degli Studi di Roma "La Sapienza" ? DICMA), Mauro Caciolai, Piergiacomo Cancelliere e Luca Ponticelli (Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco), Filippo Così e Vincenzo Cascioli - edizione 2019 (formato PDF, 11.24 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a "[La resistenza al fuoco degli elementi strutturali](#)".

***Scarica la normativa di riferimento:***

[Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139](#)

Per un approfondimento sul tema della resistenza al fuoco rimandiamo alla lettura dell'articolo "[Codice di prevenzione incendi: la resistenza al fuoco delle strutture](#)" scritto, per PuntoSicuro, da Claudio Giacalone, Comandante dei Vigili del fuoco di Alessandria.



Questo articolo è pubblicato sotto una [Licenza Creative Commons](#).