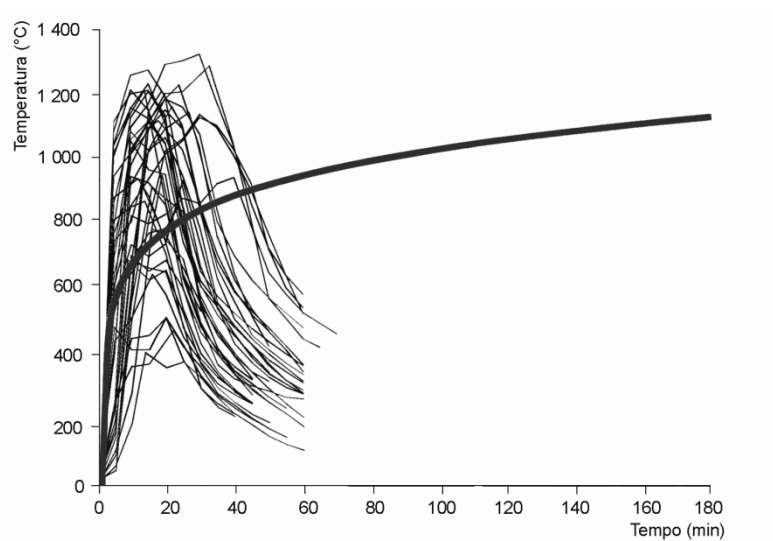


6. Le procedure per la progettazione della sicurezza strutturale in caso di incendio nell'ambito del quadro normativo nazionale

A cura di:





Commissione per la Sicurezza
delle Costruzioni in Acciaio
in caso d'Incendio

La **Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso d'Incendio** è un gruppo di lavoro costituito il 20 gennaio 2006, su iniziativa di Fondazione Promozione Acciaio con la partecipazione del Ministero dell'Interno, composto da rappresentanti nazionali nel campo della ricerca europea, da esponenti del Ministero dell'Interno coinvolti nella definizione del quadro normativo nazionale e da docenti universitari. Esso si propone i seguenti principali obiettivi:

- costituire un tavolo tecnico per la valutazione dei risultati della ricerca nazionale ed europea;

- analizzare tecnicamente la norma nazionale, con i necessari riferimenti alle norme vigenti nell'ambito della Comunità Europea;
- fornire strumenti tecnici aggiornati agli operatori di controllo (VVF e collaudatori) per la valutazione della sicurezza delle strutture in acciaio;
- fornire strumenti tecnici per l'aggiornamento professionale.

Per tutte le informazioni sulle attività della Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso d'Incendio e di Fondazione Promozione Acciaio: www.promozioneacciaio.it



Promozione Acciaio è una fondazione creata nel gennaio del 2005 con l'obiettivo di sviluppare presso il mercato degli utilizzatori l'impiego dell'acciaio nel settore delle costruzioni e delle infrastrutture.

La fondazione nasce per la volontà dei maggiori produttori di acciaio, italiani ed europei, delle principali realtà della filiera e raggruppa un network di aziende, che va dalle acciaierie, ai trasformatori, ai centri di servizio, ai distributori sino ai costruttori metallici.

Le conoscenze del prodotto acciaio, da parte degli utilizzatori, hanno un'indiscussa importanza nel processo decisionale sui materiali costruttivi da impiegare. In Italia le quote di mercato delle costruzioni in acciaio sono molto inferiori rispetto alla media europea, principalmente per la limitata conoscenza del materiale e delle sue peculiarità da parte degli utilizzatori. E' questo un chiaro segnale delle potenzialità di sviluppo che ancora ha l'acciaio nel mondo dell'edilizia.

Questi presupposti sono alla base della missione della Fondazione nel promuovere costantemente la cultura dell'acciaio presso il proprio target di riferimento, costituito da professionisti e studi di progettazione, imprese di costruzione, committenti pubblici e privati, attraverso un'attività che ne diffonda, promuova e valorizzi gli aspetti progettuali e tecnologico-costruttivi. Senza dimenticare di rivolgere uno sguardo al futuro, dedicando molta attenzione all'insegnamento nelle scuole e nelle università.

Il piano d'azione della Fondazione prevede una serie d'iniziative culturali e d'insegnamenti dedicate al mondo accademico e dei professionisti, che vanno dall'organizzazione di convegni e corsi formativi alla realizzazione di diversi progetti editoriali (quali la rivista di architettura e i manuali di progettazione), all'aggiornamento di un ricco portale web (www.promozioneacciaio.it) di supporto agli utilizzatori per la propria professione.

All'interno di Promozione Acciaio sono operativi specifici gruppi di lavoro formati da esperti progettisti e professori universitari che offrono la propria consulenza alla Fondazione. I più importanti sono la Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio, la Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso d'Incendio, che toccano due temi prioritari per le costruzioni metalliche: l'efficienza dell'acciaio in zona sismica e la sicurezza di fronte all'incendio. Di recente istituzione la Commissione Sostenibilità e il Gruppo di lavoro "Normative".

Le commissioni hanno un ruolo di primo piano nell'insegnamento e nella promozione dell'acciaio, curando soprattutto la realizzazione di monografie tecniche e l'organizzazione di qualificati corsi di progettazione.

FONDAZIONE PROMOZIONE ACCIAIO – VIA VIVAIO, 11 – 20122 MILANO

Tel 0286313020 – Fax 0286313031 – www.promozioneacciaio.it – info@promozioneacciaio.it

Premessa

I vigenti regolamenti nazionali di prevenzione incendi mettono a disposizione dei progettisti nuovi criteri di valutazione della sicurezza strutturale in caso di incendio delle costruzioni e diversi metodi di calcolo impiegabili per l'analisi delle strutture di acciaio. Lasciando più o meno inalterati i criteri basati sull'impiego di tabelle, sono stati aggiunti metodi analitici di tipo semplificato e di tipo avanzato che permettono di ottenere soluzioni più accurate e più sicure.

In questo nuovo contesto è maggiore la responsabilità del progettista delle strutture, che, a meno di adottare metodi basati su tabelle, deve essere coinvolto nella verifica della resistenza al fuoco delle strutture, in particolare di quelle di acciaio. Questo aspetto è confermato dalla nuova impostazione delle Norme Tecniche che assegna al progettista ed al collaudatore delle strutture anche la responsabilità delle verifiche di sicurezza in caso di incendio delle strutture.

E' chiaro che più i metodi di calcolo diventano specialistici e dettagliati, maggiore deve essere l'attenzione al rispetto della procedura di applicazione e alla verifica del campo di applicazione del metodo adottato.

Nel presente articolo sono dunque state riepilogate le procedure previste dai vigenti regolamenti nazionali di prevenzione incendi.

Le procedure per la progettazione della sicurezza strutturale in caso di incendio nell'ambito del quadro normativo nazionale.

Sandro Pustorino – Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in Caso di Incendio (Coordinatore)

Emidio Nigro - Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in Caso di Incendio - Università degli Studi di Napoli Federico II

Valter Cirillo, Giocchino Giomi - Ministero dell'Interno – Dipartimento Vigili del Fuoco

Il presente lavoro è frutto delle attività condotte dalla Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso d'Incendio istituita e sostenuta da Fondazione Promozione Acciaio.

1. Introduzione

Il concetto di sicurezza di una costruzione in caso di incendio è stato chiaramente definito nell'ambito della Direttiva del 21 Dicembre 1988 del Consiglio della Comunità Economica Europea (Construction Product Directive 89/106/CEE, 1988). In particolare tale concetto è stato precisato in termini di obiettivi, intesi come prestazioni che devono essere garantite nell'ambito delle attività che si svolgono durante la vita dell'edificio, come di seguito riportato:

“le costruzioni devono essere progettate e costruite in modo tale che, nel caso di sviluppo di un incendio:

- *la capacità portante delle strutture sia garantita per un determinato periodo di tempo;*
- *la produzione e la propagazione di fiamme e di fumi all'interno delle costruzioni sia limitata;*
- *la propagazione dell'incendio alle costruzioni vicine sia limitata;*
- *gli occupanti possano abbandonare la costruzione o essere messi in salvo;*
- *la sicurezza delle squadre di soccorso sia presa in considerazione”.*

Questa definizione generale è stata poi ulteriormente specificata nel corrispondente documento interpretativo (Interpretative document n. 2: Safety in case of fire, 1993), che è stato elaborato con il principale obiettivo di stabilire il necessario collegamento con le norme armonizzate a livello europeo in materia di prodotti e opere da costruzione.

Il quadro normativo nazionale per la sicurezza strutturale in caso di incendio delle costruzioni, recentemente aggiornato e ormai praticamente completato, trova la sua origine da questo indirizzo comune preso dai Paesi membri della Comunità Europea. Riferendosi al ruolo delle strutture portanti di una costruzione per il raggiungimento degli obiettivi della sicurezza in caso di incendio, le più interessanti novità introdotte dalle nuove disposizioni nazionali sono:

- la definizione di nuove procedure per la valutazione del requisito di sicurezza in caso di incendio;
- la possibilità di applicazione di metodi di calcolo basati su un approccio ingegneristico.

Per quanto riguarda il primo aspetto, le procedure sono sensibilmente mutate in quanto sono state definite conformemente alle regole concordate e armonizzate tra tutti i Paesi membri della Comunità Europea. Relativamente al secondo aspetto, è stata introdotta la possibilità di valutare le prestazioni delle strutture portanti in caso di incendio, oltre che mediante il tradizionale approccio prescrittivo, mediante un approccio prestazionale, cosiddetto ingegneristico.

Nel presente contributo le procedure ed i diversi approcci previsti per la valutazione della sicurezza strutturale in caso di incendio sono presentati facendo riferimento alla loro applicazione nell'ambito delle norme generali di prevenzione incendi vigenti.

2. Il quadro normativo vigente per la sicurezza delle strutture in caso di incendio

L'applicazione degli indirizzi fissati dalla Direttiva 89/106 [3] ha determinato anche nel nostro paese un radicale aggiornamento delle normative vigenti per la valutazione delle prestazioni delle strutture portanti in

caso di incendio. Nel prospetto riportato nella Tabella 1 sono riepilogate le principali normative riguardanti la progettazione delle strutture di acciaio.

Riferimenti	Data	Titolo
Ministero dell'Interno Decreto 9 marzo 2007	09/03/2007	Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco
Ministero dell'interno Lettera-circolare Prot. n. P414/4122 sott.55	28/03/2008	DM 9 marzo 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del CNVVF. Chiarimenti ed indirizzi applicativi.
Ministero dell'Interno Decreto 16 febbraio 2007	16/02/2007	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
Ministero dell'Interno Decreto 9 maggio 2007	09/05/2007	Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio
Ministero Infrastrutture DM 14 gennaio 2008	14/01/2008	Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
Circolare NTC2008 n. 617 2 Febbraio 2009	02/02/2009	Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al decreto 14 gennaio 2008
EN 1990	01/05/2004	Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale
EN 1991-1-2	01/10/2004	Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-2: Azioni sulle strutture esposte al fuoco
EN 1992-1-2	01/07/2004	Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di cemento armato – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
EN 1993-1-2	01/07/2005	Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
EN 1994-1-2	27/10/2005	Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio

Tabella 1 - Normativa di riferimento per la progettazione delle strutture di acciaio in caso di incendio.

Nella progettazione delle strutture di acciaio in caso di incendio spesso si fa affidamento sul contributo che forniscono eventuali sistemi protettivi impiegati. Il nuovo quadro normativo comprende una serie di norme aventi lo scopo di qualificare sperimentalmente i sistemi protettivi presenti sul mercato e di valutarne il contributo offerto nelle diverse situazioni progettuali. Questa serie di norme è riepilogata nella tabella 2

Riferimenti	Data	Titolo
EN 13501-2	01/04/2005	Classificazione al fuoco dei prodotti e elementi da costruzione – Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione
prCEN/TS 13381-1	01/07/2005	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Membrane protettive orizzontali
ENV 13381-2	01/11/2002	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Membrane protettive verticali
ENV 13381-3	01/11/2002	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Protezione applicata ad elementi di calcestruzzo
ENV 13381-4	01/11/2002	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Protezione applicata ad elementi di acciaio
ENV 13381-5	01/11/2002	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Protezione applicata ad elementi composti di calcestruzzo/lastre profilate di acciaio
ENV 13381-6	01/11/2002	Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali – Protezione applicata a colonne cave di acciaio riempite con calcestruzzo

Tabella 2 - Normativa di riferimento per la valutazione del contributo offerto dai sistemi protettivi alla resistenza al fuoco di strutture di acciaio.

Il quadro normativo sin qui presentato può essere schematizzato in tre diversi settori di regolamentazione:

- norme che definiscono il livello di prestazione prescritto per la struttura portante;
- norme che specificano i criteri di calcolo utilizzabili per la progettazione strutturale;
- norme per la qualificazione dei rivestimenti protettivi e per il loro dimensionamento.

Di seguito, ciascuno dei gruppi di norme viene analizzato facendo riferimento alle procedure di applicazione dei due approcci di valutazione consentiti, quello prescrittivo e quello ingegneristico.

2.1 Individuazione del livello di prestazione delle strutture

I livelli di prestazione di resistenza al fuoco prescritti per le strutture portanti sono definiti nelle disposizioni emanate dal Ministero dell'Interno, attraverso la pubblicazione di decreti riferiti alle specifiche attività a cui sono adibiti gli edifici.

Un certo numero di attività a rischio di incendio, elencate nell'ambito del D.M. 16/02/82, sono soggette ai controlli di prevenzione incendi da parte del competente Comando provinciale dei Vigili del fuoco. Tra queste, per quanto riguarda le prestazioni di resistenza al fuoco, si possono distinguere due categorie: una prima categoria di attività per le quali è prescritto un livello minimo di resistenza al fuoco delle strutture portanti, una seconda categoria per le quali è stato definito un metodo convenzionale per determinare il livello minimo della resistenza al fuoco che deve essere verificato per le strutture portanti (figura 1). Per quelle attività non comprese nell'elenco del D.M. 16/02/82, quindi non soggette ai controlli di prevenzione incendi, la regola tecnica di riferimento per individuare il livello di prestazione di resistenza al fuoco delle strutture portanti è generalmente rappresentata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

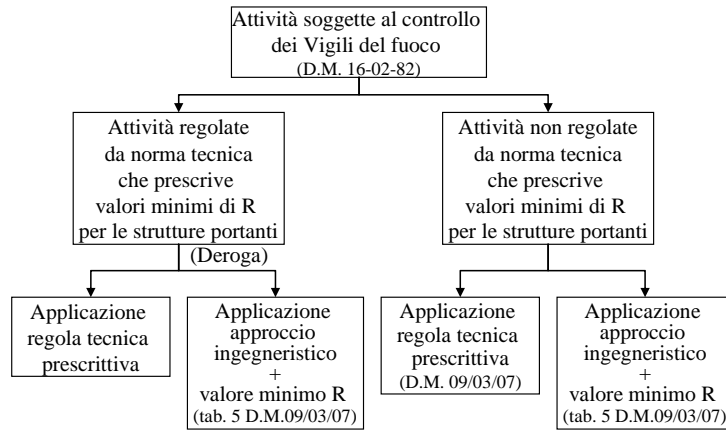


Figura 1 - Procedure per determinare i requisiti minimi di resistenza al fuoco delle strutture portanti di una costruzione.

Per quanto riguarda la prima categoria di attività soggette ai controlli di prevenzione incendi (attività regolate da specifica regola prescrittiva), il normatore, attraverso la pubblicazione di specifici decreti ministeriali, definisce la regola tecnica, che, tra l'altro, individua i livelli minimi di resistenza al fuoco della struttura portante. Esempi di questo tipo di attività sono: gli ospedali, le scuole, i locali di pubblico spettacolo, gli alberghi, ecc.. Negli edifici in cui si svolgono tali attività la possibilità di progettare la sicurezza strutturale in caso di incendio secondo un approccio ingegneristico è prevista solo mediante il ricorso all'apposita procedura di deroga, secondo quanto previsto dall'articolo 6 del DPR n. 37/1998. In tal caso, nell'ambito della progettazione strutturale, si deve dimostrare che gli obiettivi della sicurezza in caso di incendio, introdotti nel paragrafo precedente, siano stati raggiunti. Per la regolamentazione di questo approccio è stato pubblicato il D.M. 09/05/07.

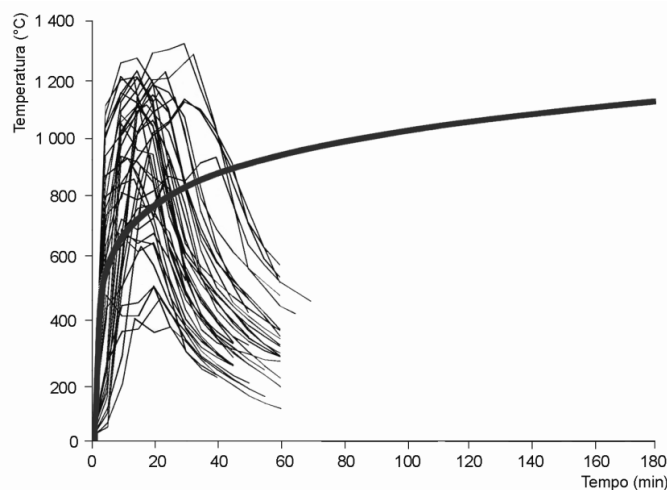


Figura 2 - Comparazione tra la curva di incendio standard ISO 834 e 50 curve di incendio misurate durante test di laboratorio (carichi di incendio variabili tra 10 e 45 kg legna/m²) (tratto da [12]).

Per la seconda categoria di attività soggette ai controlli di prevenzione incendi (attività senza specifica regola tecnica prescrittiva) il normatore, con la pubblicazione del D.M. 09/03/07, ha definito le richieste di prestazione in caso di incendio per le strutture portanti, classificandole in 5 livelli:

livello I) nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile;

- livello II) mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione;
- livello III) mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza;
- livello IV) requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione;
- livello V) requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Lo stesso decreto fornisce poi indicazioni per associare i diversi livelli di prestazione alla generica attività: il livello I è compatibile con le sole attività non soggette al controllo dei Vigili del Fuoco, il livello II alle attività non aperte al pubblico che rispettano opportune limitazioni individuate dal decreto stesso, il livello III alle restanti attività, i livelli IV e V a quelle attività in cui specifiche condizioni di sicurezza sono definite sulle basi delle richieste del committente o di specifici capitolati.

Ogni livello di prestazione comporta quindi l'adozione di una determinata classe di resistenza al fuoco delle strutture portanti. In particolare, per il livello III, ossia quello a cui possono ricondursi i requisiti di resistenza al fuoco di gran parte delle attività, la classe di resistenza al fuoco minima è convenzionalmente definita attraverso una diretta correlazione, riportata nell'ambito del decreto, con il carico di incendio specifico di progetto valutato per l'attività in esame (Tabella 3).

Carichi d'incendio specifici di progetto ($q_{f,d}$)	Classe
Non superiore a 100 MJ/m ²	0
Non superiore a 200 MJ/m ²	15
Non superiore a 300 MJ/m ²	20
Non superiore a 450 MJ/m ²	30
Non superiore a 600 MJ/m ²	45
Non superiore a 900 MJ/m ²	60
Non superiore a 1200 MJ/m ²	90
Non superiore a 1800 MJ/m ²	120
Non superiore a 2400 MJ/m ²	180
Superiore a 2400 MJ/m ²	240

Tabella 3 - Determinazione della classe di resistenza al fuoco necessaria per garantire il livello di prestazione III (D.M.09/03/07)

Carichi d'incendio specifici di progetto ($q_{f,d}$)	Classe
Non superiore a 300 MJ/m ²	0
Non superiore a 450 MJ/m ²	15
Non superiore a 600 MJ/m ²	20
Non superiore a 900 MJ/m ²	30
Non superiore a 1200 MJ/m ²	45
Non superiore a 1800 MJ/m ²	60
Non superiore a 2400 MJ/m ²	90
Superiore a 2400 MJ/m ²	120

Tabella 4 - Determinazione della minima classe di resistenza al fuoco da garantire in caso di applicazione dell'approccio ingegneristico (D.M. 09/03/07)

Per gli edifici in cui si svolgono queste attività è possibile progettare la sicurezza strutturale in caso di incendio anche mediante l'applicazione dell'approccio ingegneristico, purché siano rispettati i limiti di resistenza al fuoco previsti dal D.M. 09/03/07 (Tabella 4), senza dover ricorrere alla procedura della deroga. Anche in tal caso la progettazione strutturale deve essere condotta al fine di dimostrare che gli obiettivi della sicurezza in caso di incendio siano stati raggiunti, facendo riferimento alle disposizioni contenute nel D.M. 09/05/07.

Analizzando quanto stabilito nelle disposizioni contenute nel D.M. 09/05/07 è da segnalare il principale dato di progetto che deve essere definito quando si applica l'approccio ingegneristico per la valutazione della sicurezza in caso di incendio: la definizione dello scenario, o come spesso accade, degli scenari di incendio di progetto, termine con il quale si intende, nell'ambito della progettazione delle strutture, la descrizione qualitativa dell'evoluzione dell'incendio di quei casi, realisticamente ipotizzabili, che determinano le condizioni più gravose per la sollecitazione strutturale. E' questo sicuramente il passo più importante di tale

approccio e pertanto è opportuno che venga assunto come dato di progetto della propria analisi solo a seguito di preventive intese con il competente organo di controllo.

Relativamente ai criteri di applicazione dell'approccio ingegneristico, un secondo aspetto da segnalare è relativo agli obiettivi di sicurezza in caso di incendio che devono essere assicurati. Questi, in analogia alle disposizioni previste dalle norme di prevenzione incendi, possono essere definiti secondo modalità differenti nelle due tipologie di attività finora distinte, quelle regolate da norme tecniche che prescrivono valori minimi di R per le strutture portanti e le altre attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco. Per le prime appare ragionevole prefissare quale obiettivo di sicurezza il mantenimento della stabilità delle strutture portanti per tutta la durata dell'incendio naturale di progetto, inclusa la fase di raffreddamento. Per le seconde può essere stabilito un obiettivo di sicurezza corrispondente al mantenimento della stabilità delle strutture portanti per un periodo di tempo (concordato con il competente organo di controllo) adeguato alle caratteristiche delle attività svolte nell'edificio e alla gestione dell'emergenza onde garantire le necessarie condizioni di sicurezza durante le operazioni di soccorso.

2.2 Criteri di calcolo per la progettazione strutturale in caso di incendio

I criteri di calcolo per la progettazione strutturale in caso di incendio sono definiti nell'ambito di due provvedimenti, il D.M. Ministero delle Infrastrutture 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" ed il D.M. Ministero dell'Interno 16/02/2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione".

Nel D.M. 14/01/2008 l'evento dell'incendio è compreso esplicitamente tra le azioni, di tipo eccezionale, che devono essere usate nel progetto. Esso è definito mediante una curva di incendio di progetto nominale (generalmente la curva ISO 834) se vengono condotte verifiche di resistenza al fuoco di tipo convenzionale, mediante una curva di incendio naturale se le prestazioni della struttura portante sono valutate mediante l'approccio ingegneristico. Per quanto riguarda i criteri di calcolo per la verifica delle prestazioni in caso di incendio, il documento fa esplicito riferimento a quelli forniti dalle cosiddette parti fuoco degli Eurocodici, tenendo in considerazione quanto previsto dalle relative Appendici Nazionali.

Nel D.M. 16/02/2007 sono specificate le seguenti modalità con cui si può procedere alla determinazione della resistenza al fuoco della struttura portante di una costruzione o di un suo componente:

- mediante prove sperimentali, condotte esclusivamente ai sensi di norme EN o, in caso di assenza, prEN o ENV;
- mediante valutazioni analitiche, esclusivamente ai sensi delle parti fuoco degli Eurocodici;
- mediante le tabelle allegate al decreto medesimo (la cui validità per le strutture di acciaio è limitata al 25/09/2010).

In questo assetto del quadro normativo nazionale sono molteplici gli aspetti innovativi per la progettazione strutturale in caso di incendio, in particolare per le strutture in acciaio. I risultati delle numerose ricerche condotte hanno contribuito a incrementare e a rendere più accurati i metodi di calcolo disponibili per la valutazione della sicurezza strutturale. Sono stati condotti studi per l'analisi dei fenomeni di instabilità globale delle aste, dei fenomeni di instabilità locale delle sezioni di acciaio, fornendo un quadro completo dei criteri di verifica degli elementi strutturali di acciaio per i diversi casi di sollecitazione. Particolare attenzione è stata dedicata al caso delle strutture composte acciaio calcestruzzo, consentendo la definizione dei criteri di verifica anche per questi elementi strutturali. Inoltre l'analisi strutturale in caso di incendio è stata estesa alla valutazione del comportamento di intere strutture in condizioni di incendio, anche al di fuori delle condizioni di incendio standardizzate (figure 3 e 4).



Figura 3 - Esempio di incendio pienamente sviluppato, dovuto alla combustione di materiali presenti dentro un edificio adibito ad ufficio (BRE, 2004).



Figura 4 - Prove sperimentali di incendio in scala reale in un edificio adibito ad autorimessa di tipo aperto (CTICM, 2001).

Così, nell'ambito del nuovo quadro normativo la verifica della stabilità strutturale in condizioni di incendio può essere effettuata secondo differenti approcci, caratterizzati da differenti livelli di complessità e precisione, definiti nelle parti fuoco degli Eurocodici:

- il metodo tabellare, valido per specifiche tipologie di elementi strutturali, mediante il quale i singoli componenti della struttura sono dimensionati con l'ausilio di tabelle fornite dai regolamenti stessi;
- i metodi di calcolo semplificato, con cui i singoli elementi che compongono la struttura sono verificati sotto opportune ipotesi semplificative, che generalmente consentono di risolvere tutti i casi progettuali nell'ambito dell'approccio prescrittivo;
- i metodi di calcolo avanzato, con i quali è possibile risolvere qualunque tipo di struttura (singoli elementi, porzione di una struttura, intera struttura) sotto l'azione di qualsiasi tipo di incendio e che quindi costituisce il metodo adatto per l'applicazione dell'approccio ingegneristico.

E' quindi possibile condurre la verifica delle prestazioni delle strutture di acciaio in condizioni di incendio secondo differenti livelli di analisi:

- mediante l'analisi dei singoli elementi che compongono la struttura, come generalmente avviene nell'ambito dell'approccio prescrittivo;
- oppure mediante l'analisi di parti di strutture o di intere strutture in condizioni di incendio, come è necessario (a meno di strutture particolari) nell'ambito dell'approccio ingegneristico.

E' da segnalare come i criteri di calcolo oggi disponibili consentono in alcuni casi maggiore accuratezza e affidabilità nella valutazione delle prestazioni delle strutture di acciaio in condizioni di incendio. Citiamo a questo proposito alcuni aspetti della progettazione strutturale in caso di incendio:

- il controllo dei fenomeni di instabilità locale dei profilati, che richiede una ridotta temperatura critica per i profilati di classe 4;
- la verifica delle prestazioni di resistenza al fuoco per gli elementi strutturali di acciaio facenti parte di compartimenti di Classe 15 (non richiesta nel precedente quadro normativo);
- la verifica in condizioni di incendio dei collegamenti degli elementi strutturali di acciaio.

2.3 Qualificazione dei sistemi protettivi e loro dimensionamento

Anche questo settore delle normative vigenti appare radicalmente cambiato. I criteri di prova sperimentale basati sulla Circolare n. 91 del 1961 sono stati sostituiti dalle norme vigenti in ambito europeo, nelle quali sono stabiliti sia il tipo di prove sperimentali a cui il sistema costruttivo deve essere sottoposto, sia i criteri di

valutazione dei risultati delle prove medesime mediante i quali si esegue il dimensionamento degli spessori necessari per garantire le prestazioni fissate.

Anche in questo caso è utile segnalare gli aspetti positivi dei nuovi criteri normativi. Oggi la qualificazione dei prodotti impiegati come rivestimenti protettivi di strutture di acciaio non è più affidata ai professionisti, ma è condotta sotto la responsabilità di un laboratorio autorizzato che, sulla base delle prove sperimentali eseguite, definisce il campo di applicazione nel quale quel determinato prodotto può essere applicato. Nella pratica i singoli prodotti vengono messi in commercio dopo essere stati oggetto di una completa campagna di prove sperimentali, alla luce della quale viene indicato ai progettisti il campo di applicazione entro il quale è possibile condurre i loro dimensionamenti strutturali per la verifica in caso di incendio.

3. Le procedure per la progettazione della sicurezza strutturale in caso di incendio

L'attuale quadro normativo mette a disposizione dei progettisti nuovi criteri di valutazione della sicurezza strutturale in caso di incendio delle costruzioni e diversi metodi di calcolo impiegabili per l'analisi delle strutture di acciaio. Questi devono essere applicati nell'ambito delle procedure previste dai vigenti regolamenti nazionali di prevenzione incendi, rappresentati schematicamente nella figura 5 che sintetizza i contenuti dei paragrafi precedenti.

Al riguardo si possono sottolineare alcune difficoltà che emergono nell'applicazione di talune metodologie, specie nell'ambito dell'approccio ingegneristico. Ci si riferisce in particolare all'obbligo di dover ricorrere alla procedura di deroga qualora, in presenza di attività disciplinate da una specifica regola tecnica di prevenzione incendi, il professionista ritenga opportuno utilizzare i principi dell'approccio ingegneristico per la progettazione della sicurezza strutturale in caso di incendio, nonché alla necessità di dover eseguire, a valle dell'applicazione del metodo prestazionale, una verifica con il metodo convenzionale introdotto dal D.M. 9/03/2007. Per quanto riguarda il primo aspetto, la difficoltà di applicazione del metodo è dovuta soprattutto alla fase temporale in cui la procedura di deroga può essere richiesta: essa di solito può essere presentata a progettazione completata, mentre nell'iter progettuale questa metodologia deve essere definita già nelle fasi preliminari della progettazione. Relativamente al secondo aspetto, la necessità di un doppio controllo delle soluzioni strutturali adottate appare poco razionale, visto che i criteri di valutazione propri dell'approccio ingegneristico sono ben più accurati di quelli impiegati nell'ambito dell'approccio prescrittivo.

Anche il settore dei sistemi protettivi necessita di un'ulteriore evoluzione culturale; all'aggiornamento dei riferimenti normativi stenta infatti a seguire una maggiore consapevolezza, sia da parte dei produttori che dei professionisti, del ruolo fondamentale per la sicurezza strutturale degli edifici che viene affidato a questi prodotti.

Ciò è probabilmente legato alla attuale fase transitoria di un contesto radicalmente rinnovato. E' tuttavia auspicabile che, con dopo la verifica delle prime applicazioni, tale contesto possa essere perfezionato al fine di consentire una più ampia libertà progettuale, il che implica naturalmente anche maggiori responsabilità, e il raggiungimento di più affidabili livelli di sicurezza in caso di incendio delle costruzioni di acciaio.

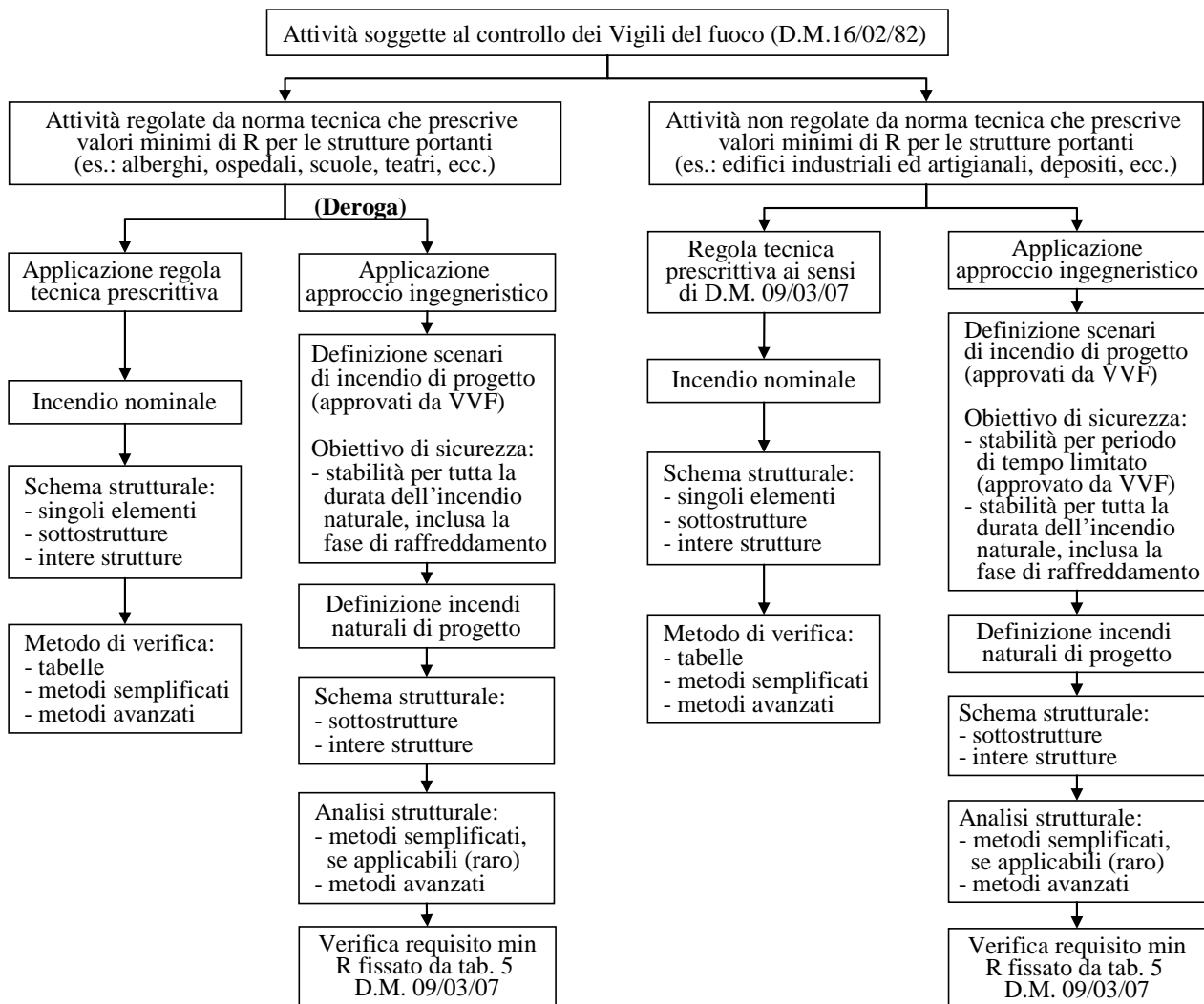


Figura 5 Procedure per la valutazione della resistenza al fuoco e modelli di calcolo disponibili

BIBLIOGRAFIA

- [1.] Circolare n. 91 del 14 settembre 1961: "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile".
- [2.] D. MIN. INT. (16-02-1982), "Modificazioni del D.M. 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi", G.U. n. 98 del 9 aprile 1982.
- [3.] Commissione della Comunità Europea, "Direttiva sui prodotti da costruzione" 89/106/CEE, 21 dicembre 1988.
- [4.] Commissione della Comunità Europea, Documento Interpretativo n. 2 di 89/106/CEE "Requisiti essenziali della sicurezza in caso di incendio" ottobre 1993.
- [5.] D. MIN. INT. (24-05-1998), "Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai comandi provinciali dei vigili del fuoco".
- [6.] UNI EN 1991-1-2 (2004), "Azioni sulle strutture. Parte 1-2: Azioni in generali – Azioni sulle strutture esposte al fuoco", Ottobre 2004.
- [7.] UNI EN 1992-1-2 (2004), "Progettazione delle strutture di cemento armato. Parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio"
- [8.] UNI EN 1993-1-2 (2005), "Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-2: Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio", Luglio 2005.
- [9.] UNI EN 1994-1-2 (2005), "Progettazione delle strutture composte acciaio e calcestruzzo. Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio", Ottobre 2005.
- [10.] D. MIN. INT. (16-02-2007), "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione", GU n. 74 del 29 marzo 2007
- [11.] D. MIN. II.TT. (2008), Norme Tecniche per le Costruzioni, supplemento Ordinario della G.U. N° 29 del 04/02/ 2008.
- [12.] Dissemination of Fire Safety Engineering Knowledge, Roma, Dicembre
- [13.] EN 13501-2: "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione".
- [14.] UNI CEN/TS 13381-1: "Metodi di verifica del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali. Part. 1: membrane protettive orizzontali".
- [15.] ENV 13381-2: "Metodi di verifica del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali. Part. 2: membrane protettive verticali".
- [16.] ENV 13381-4: "Metodi di verifica del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali. Part. 4: rivestimenti protettivi applicati su strutture in acciaio".
- [17.] EN 13381-8: "Test methods for determining the contribution to fire resistance of structural members. Part. 8: Applied reactive protection to steel members" (versione aprile 2010).
- [18.] ETAG 018: "Guideline for European Technical Approval of Fire Protective Products".
- [19.] Lettera Circolare 24 aprile 2008, "Aggiornamento della modulistica di prevenzione incendi da allegare alla domanda di sopralluogo ai fini del rilascio del C.P.I."

I SOCI di FONDAZIONE PROMOZIONE ACCIAIO

