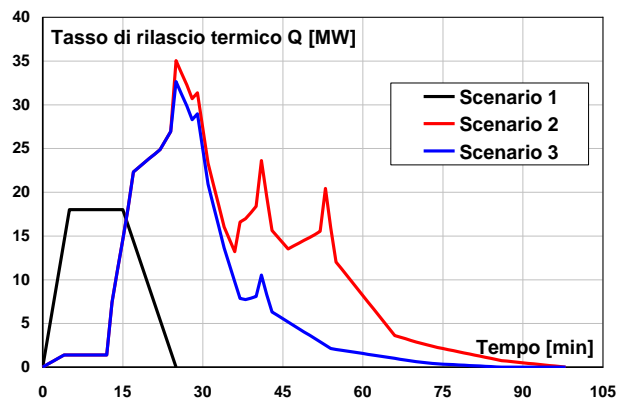
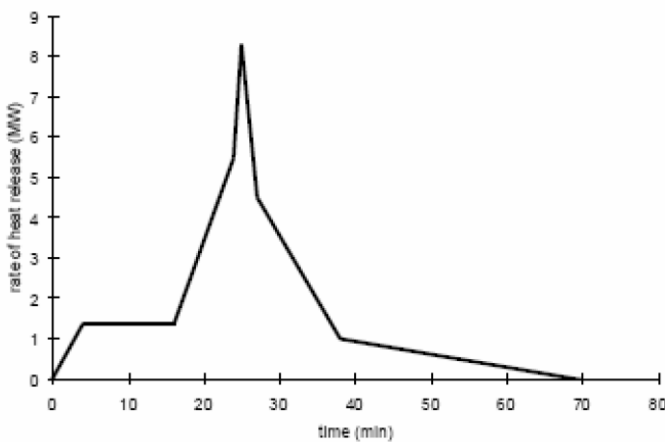


5. Determinazione degli scenari di incendio di progetto per l'applicazione dell'approccio ingegneristico alla progettazione strutturale dei parcheggi aerati.

In accordo al decreto del Ministero dell'Interno del 9 maggio 2007.

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

L'approccio ingegneristico per la sicurezza delle strutture in caso di incendio può trovare oggi piena possibilità di applicazione in particolare per una attività/tipologia edilizia, le autorimesse di tipo aerato. Per autorimesse "aerate", o in termini più generali "aperte", si intendono quegli edifici le cui facciate sono realizzate in maniera tale da garantire all'interno del parcheggio un'ampia ventilazione naturale.

Per questo tipo di edifici i dati di progetto necessari per l'applicazione del metodo ai sensi delle norme vigenti sono chiaramente definiti e disponibili per i progettisti e gli organi di controllo. In particolare sono disponibili documenti normativi, nella forma di linee guida, che in fase di progetto consentono di individuare gli scenari di incendio necessari per l'applicazione del metodo al generico edificio. Tra l'altro, è importante notare come l'applicazione di questi criteri in alcuni casi contrasta con le regole di tipo prescrittivo oggi vigenti.

Nel lavoro presentato sono illustrati i criteri che consentono di definire gli scenari di incendio di progetto quando si procede alla progettazione strutturale delle autorimesse aerate. In particolare, oltre a verificare la rispondenza ai criteri fissati dal D.M. 09/05/2007, è anche presentata una breve ricognizione di come questo dato di progetto sia definito nell'ambito delle normative vigenti negli altri Paesi membri della Comunità Europea.

Determinazione degli scenari di incendio di progetto per l'applicazione dell'approccio ingegneristico alla progettazione strutturale dei parcheggi aerati.

In accordo al decreto del Ministero dell'Interno del 9 maggio 2007.

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.

Introduzione

La Direttiva Comunitaria 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, nel definire il requisito della sicurezza in caso di incendio di una costruzione, consente l'applicazione, oltre che dei criteri di valutazione su cui è basato il tradizionale approccio prescrittivo, anche dei metodi di calcolo basati sul cosiddetto approccio ingegneristico. L'inquadramento normativo in ambito nazionale di questi aspetti della progettazione è avvenuto con il decreto del Ministero dell'Interno 9 maggio 2007, con cui sono state emanate le direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio.

Il punto di partenza dell'applicazione dell'approccio ingegneristico per la valutazione della sicurezza in caso di incendio di una costruzione è la definizione degli incendi naturali di progetto, la cui quantificazione analitica è basata sulla valutazione degli scenari di incendio di progetto. Gli scenari di incendio rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'edificio. E' chiaro che nell'ambito dell'applicazione dell'approccio ingegneristico per la valutazione della sicurezza strutturale devono essere analizzati gli incendi realisticamente ipotizzabili, scegliendo i più gravosi per la sollecitazione strutturale.

Tra le attività e le tipologie edilizie più analizzate ai fini dell'applicazione dell'approccio ingegneristico per la valutazione della sicurezza strutturale in caso di incendio vi è il caso delle autorimesse aerate realizzate con struttura di acciaio, per le quali sono stati condotti importanti lavori di ricerca in ambito europeo. Per parcheggi aerati, o in termini più generali parcheggi aperti, si intendono quegli edifici le cui facciate sono realizzate in maniera tale da garantire all'interno del parcheggio un'ampia ventilazione naturale. Le attività di ricerca condotte hanno contribuito a definire le metodologie di calcolo per l'applicazione di questo approccio a tale tipologia costruttiva, fornendo tra l'altro anche i criteri di riferimento per la definizione degli scenari di incendio di progetto. Questi risultati della ricerca sono stati già presentati in due recenti lavori [21], [22].

La definizione degli scenari di incendio di progetto costituisce il passaggio più importante della fase progettuale nel processo di applicazione dell'approccio ingegneristico per la valutazione della sicurezza strutturale in caso di incendio. Pertanto il presente contributo si propone di illustrare i risultati e le metodologie messe a punto nell'ambito della ricerca che possono essere impiegati per la definizione di questo dato di input fondamentale per la progettazione strutturale delle autorimesse aerate. In particolare, oltre a verificare la rispondenza ai criteri fissati dal D.M. 09/05/2007, è anche presentata una breve ricognizione di come questo dato di progetto sia definito nell'ambito delle normative vigenti negli altri Paesi membri della Comunità Europea.

I risultati della ricerca europea per la determinazione degli scenari di incendio di progetto

Ai sensi del D.M. 09/05/07 per "scenario di incendio" deve intendersi "la descrizione qualitativa dell'evoluzione di un incendio che individua gli eventi chiave che lo caratterizzano e che lo differenziano dagli altri incendi. Di solito può comprendere le seguenti fasi: innesco, crescita, incendio pienamente sviluppato, decadimento. Deve, inoltre, definire l'ambiente nel quale si sviluppa l'incendio di progetto ed i sistemi che possono avere impatto sulla sua evoluzione, come ad esempio eventuali impianti di protezione attiva".

Gli scenari di incendio rappresentano dunque la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi. Nel processo di individuazione di questo dato di progetto nell'ambito della

progettazione strutturale, devono essere valutati tutti gli incendi realisticamente ipotizzabili, scegliendo i più gravosi per lo sviluppo e la propagazione dell'incendio e la conseguente sollecitazione strutturale. A partire da queste premesse appare chiaro che la corretta individuazione degli scenari di incendio costituisce la fase centrale nell'ambito del processo di progettazione prestazionale e pertanto è quanto mai opportuno che la loro definizione sia condivisa in fase preventiva da parte dell'organo di controllo.

Lo scenario di incendio è sensibilmente influenzato, tra l'altro, dalla geometria dei locali che costituiscono il compartimento e dalle loro condizioni di ventilazione naturale. Nel caso delle autorimesse aerate il layout, le sostanze combustibili presenti, le caratteristiche geometriche, e di ventilazione sono, con buona approssimazione, standardizzabili e consentono quindi di individuare un numero limitato di scenari di incendio di progetto mediante i quali è possibile rappresentare i prevedibili e più pericolosi eventi ai fini della stabilità strutturale.

La definizione dei dati di input necessari per la valutazione degli scenari di incendi di progetto è stato uno degli scopi del progetto di ricerca "Demonstration of Real Fire Tests in Car Parks and High Buildings" [12], sviluppato tra il 1998 e il 2000 da CITCM (France), PROFIL-ARBED Recherches (Luxembourg) e TNO (Netherlands).

Di seguito sono riepilogati i principali risultati del progetto:

- 1) è stata compilata una classificazione delle autovetture circolanti sulla base del loro potere calorifico (tabella 1).

Tipo	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Peugeot	106	306	406	605	806
Renault	Twingo-Clio	Megane	Laguna	Safrane	Espace
Citroen	Saxo	ZX	Xantia	XM	Evasion
Ford	Fiesta	Escort	Mondeo	Scorpio	Galaxy
Opel	Corsa	Astra	Vectra	Omega	Frontera
Fiat	Punto	Bravo	Tempra	Croma	Ulysse
Volkswagen	Polo	Golf	Passat	-	Sharan
Potenziale calorifico	6000 MJ	7500 MJ	9500 MJ	12000 MJ	

Tabella 1 - Classificazione delle autovetture

- 2) Sono state eseguite le misurazioni sperimentali del rilascio termico delle autovetture, che hanno permesso di individuare la curva RHR rappresentativa della combustione di un'autovettura di classe 3 rappresentativa delle berline di categoria media (figura 1).
- 3) Sono state valutate sperimentalmente le modalità di propagazione dell'incendio tra le autovetture nella tipica configurazione di parcheggio in un'autorimessa di tipo aerato, individuando la curva di rilascio termico rappresentativa dell'incendio che coinvolge tre autovetture di classe 3 (figura 2).

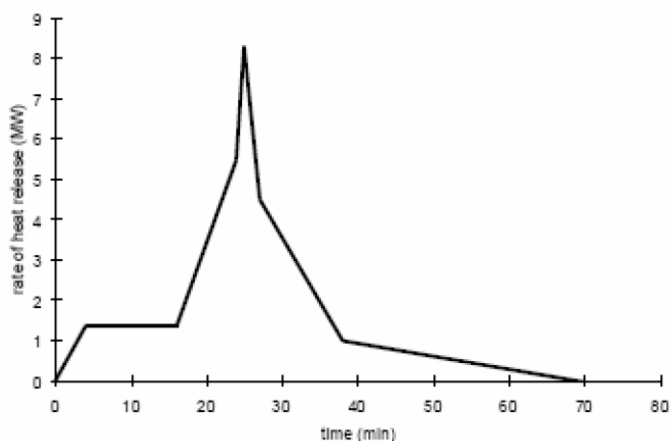


Figura 1 - Tasso di rilascio termico di un'autovettura di classe 3

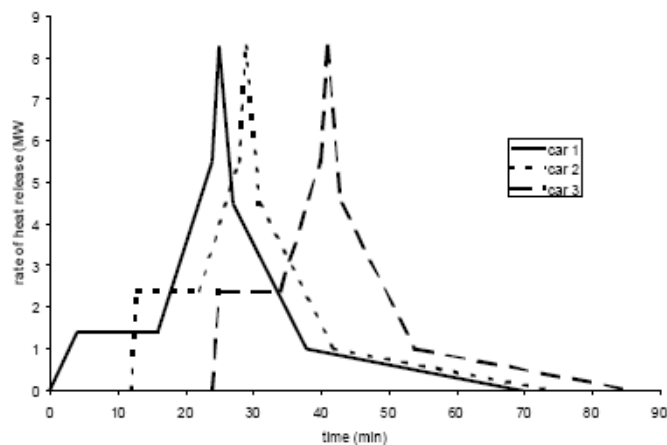


Figura 2 - Tasso di rilascio termico di tre auto di classe 3

- 4) Sono stati individuati gli scenari di incendio per la configurazione tipica di un'autorimessa di tipo aperto (figura 3) ed è stata eseguita la loro verifica sperimentale analizzando lo sviluppo dell'incendio delle diverse prove condotte in scala reale.

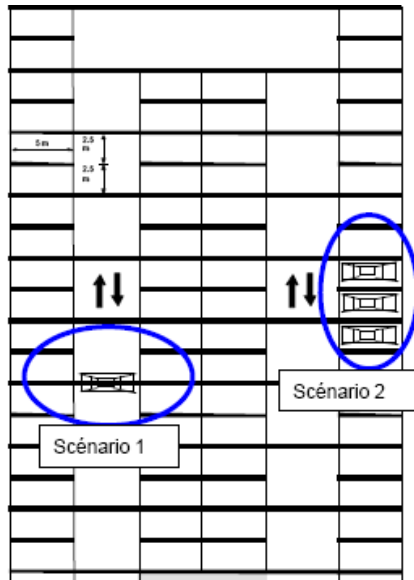


Figura 3 - Scenari di incendio tipici



Figura 4 - Foto del prototipo durante la costruzione e durante una delle prove sperimentali condotte.

- 5) Le prove sperimentali di incendio in scala reale sono poi state utilizzate per investigare anche su comportamento strutturale in caso di incendio. Per verificare i modelli di calcolo impiegati, per ognuno degli scenari di incendio sperimentati, sono state condotte analisi numeriche riguardanti il riscaldamento della struttura portante ed il comportamento strutturale in condizioni di incendio.

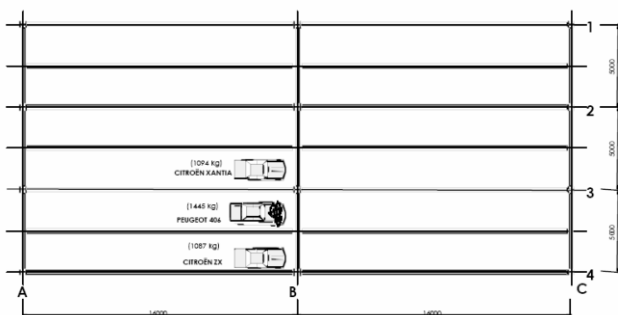


Figura 5 – Scenario di incendio (test 1)

87/38	109/48	100/55	80/46
109/58	190/97	280/109	120/71
150/102	430/238	740/249	200/121
240/168	1000/501	880/278	250/156
240/175	1040/510	640/239	200/149
240/121	900/324	850/254	200/116

Figura 6 – Temperatura dei gas misurata (test 1)

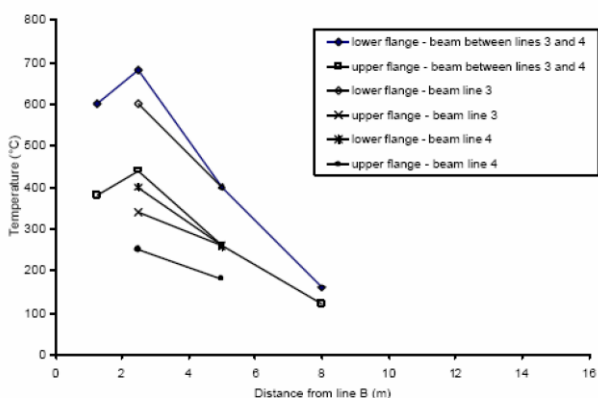


Figura 7 – Temperatura massima misurata delle travi (test 1)

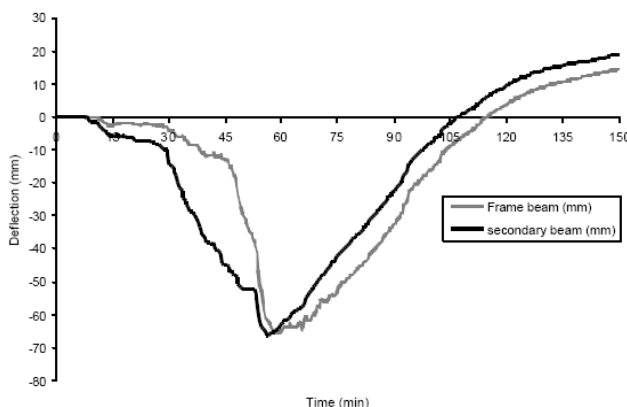


Figura 8 – Massimo spostamento verticale misurato per le travi secondarie (test 1)

Inquadramento normativo nei diversi paesi europei

L'applicazione dell'approccio ingegneristico per la progettazione della sicurezza strutturale degli edifici ha avuto fino ad oggi differenti modalità di recepimento nelle normative dei paesi europei [14]. Nei paragrafi successivi è riportato un breve sommario delle disposizioni normative vigenti nei paesi europei dove questa procedura di valutazione ha trovato maggiori applicazioni, con particolare riferimento alle metodologie previste per la selezione degli scenari di incendio di progetto.

1. Francia

La Francia dispone di un quadro normativo per la progettazione strutturale in caso di incendio delle autorimesse molto aggiornato. La normativa vigente è successiva alla Direttiva 89/106/CEE e risulta perfettamente in sintonia con i suoi indirizzi.

La progettazione in caso di incendio delle autorimesse è regolata da due decreti, pubblicati dopo la conclusione della ricerca descritta al paragrafo precedente: Arrête du 1 Mars 2004 [3] e Arrête du 9 Mai 2006 [7]. Per quanto riguarda le strutture portanti i decreti sopracitati contemplano due possibilità di progettazione:

- la prima, di tipo prescrittivo, che prevede una resistenza al fuoco R60 per gli edifici monopiano e R90 per gli edifici multipiano, valutata nelle condizioni di un incendio nominale (curva ISO 834);
- la seconda, di tipo prestazionale, che prevede, per ognuno degli scenari di incendio definiti per il particolare progetto, la verifica della stabilità strutturale per tutta la durata dell'incendio.

Per consentire un'applicazione corretta ed uniforme dell'approccio ingegneristico per la sicurezza strutturale in caso di incendio, è stata pubblicata una guida (INERIS, 2001, [13]) per la definizione degli scenari di incendio di progetto di autorimesse di tipo aerato. Gli scenari di incendio di progetto impiegati per la progettazione strutturale devono essere definiti in accordo a tale documento e approvati dall'organo di controllo competente.

A questo proposito, vale la pena precisare le condizioni minime che devono essere verificate affinché un'autorimessa possa ritenersi di tipo aerato ai sensi di Arrête du 9 Mai 2006 [7]:

- ad ogni piano le aperture siano poste almeno su due facciate opposte;
- la superficie di apertura sia almeno il 50% della superficie delle pareti su cui si trovano;
- la distanza tra facciate opposte aperte sia inferiore a 75 m;
- la superficie di apertura ad ogni piano sia maggiore del 5% della superficie in pianta del piano.

Nella linea guida (INERIS, 2001, [13]) sono stati individuati tre schemi base (Figure 17, 18, 19), da impiegarsi per la definizione degli scenari più pericolosi nelle realizzazioni standard:

- scenario di tipo 1 (figura 9): caratterizzato dall'incendio di un veicolo di classe 3 (vedi Tabella 1) o, se necessario, di un veicolo commerciale in corrispondenza della mezzeria della trave;

- scenario di tipo 2 (figura 10): caratterizzato dalla propagazione simmetrica dell'incendio a partire dall'auto centrale con un tempo di ritardo dell'innesco pari a 12 min, coinvolgendo sette veicoli di classe 3; se necessario, può essere prevista anche la presenza di un veicolo commerciale posto al centro (quindi incendiato per primo) o di fianco alla prima auto innescata;
- scenario di tipo 3 (Figura 11): caratterizzato dall'incendio di quattro veicoli di classe 3 (se necessario uno di essi può essere un veicolo commerciale) posti intorno ad una colonna a partire dall'incendio di uno dei veicoli con tempo di ritardo dell'innesco delle auto adiacenti di 12 min.

Partendo da questi schemi base, per conformazioni particolari del piano di parcheggio gli scenari di incendio devono essere definiti caso per caso.

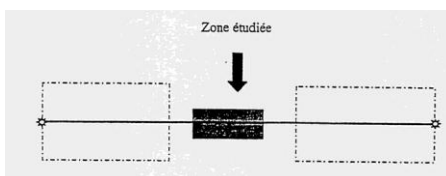


Figura 9 - Scenario di incendio di tipo 1 (da INERIS [13])

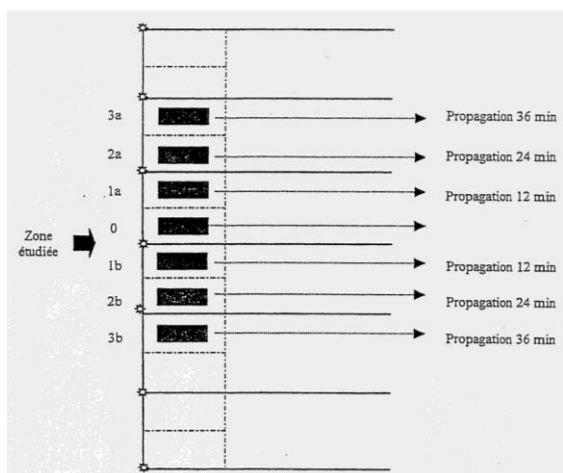


Fig. 10 - Scenario di incendio di tipo 2 (da INERIS [13])

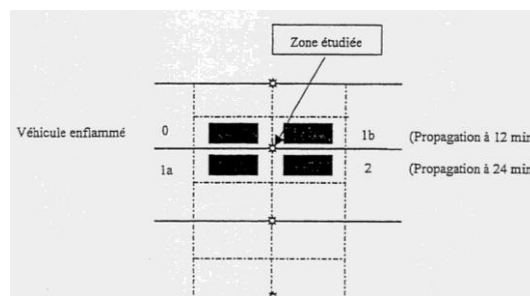


Fig. 11 - Scenario di incendio di tipo 3 (da INERIS [13])

La linea guida INERIS [13] fornisce anche i dati del tasso di rilascio termico delle due tipologie di autoveicoli considerati negli scenari di incendio tipo proposti. Nella figura 12 è riportato l'andamento del tasso di rilascio termico per le due tipologie di autoveicoli considerati, mentre nella figura 13 è riportato l'andamento del tasso di rilascio termico globale di ognuno degli scenari tipo, relativi rispettivamente agli scenari definiti con sole autovetture di categoria 3 (figura 13-a) e con autovetture di categoria 3 ed un veicolo commerciale (figura 13-b).

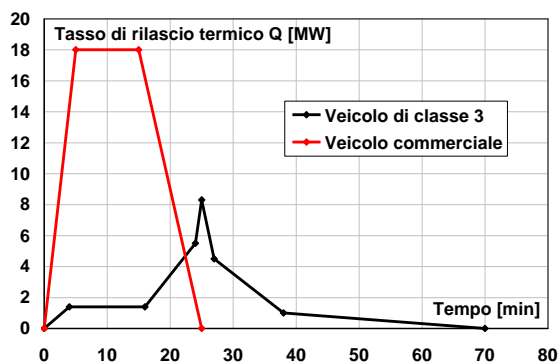


Figura 12 - Curve di rilascio termico RHR per due tipologie di veicoli (da INERIS [13]).

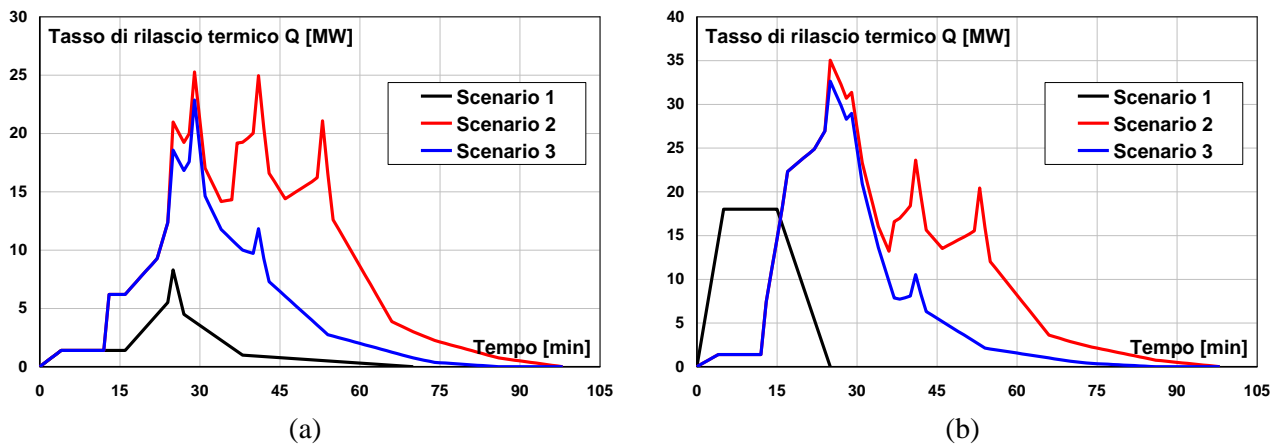


Figura 13 - Curve di rilascio termico RHR per i diversi scenari (da INERIS [13]).

Si noti che la linea guida prevede la presenza di un veicolo commerciale caratterizzato da un elevato potere calorifico allo scopo di considerare anche il caso di una condizione di incendio particolarmente severa, rispetto alle autovetture che sono ordinariamente parcheggiate in un'autorimessa; tale evenienza dovrà essere valutata dal progettista in funzione della specifica autorimessa in esame e della tipologia di utenti prevalente.



Figura 14 – Autorimessa multipiano di tipo aerato costruita a Tolosa (2006).

2. Altri paesi europei

L'approccio ingegneristico per la sicurezza strutturale in caso di incendio ha trovato applicazione per la realizzazione di autorimesse multipiano di tipo aerato anche in altri Paesi europei. Nelle figure 15 e 16 sono rappresentati edifici realizzati con struttura portante in acciaio in Lussemburgo e Olanda [18]. In questi casi la verifica della sicurezza strutturale in caso di incendio è stata condotta facendo riferimento agli scenari di incendio di progetto ed ai criteri di calcolo risultanti dalla ricerca europea [12].

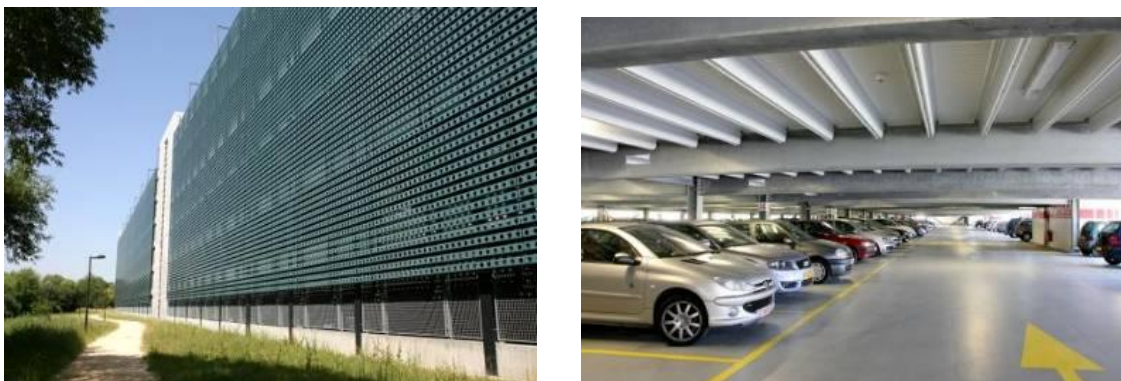


Figura 15 – Autorimessa multipiano di tipo aerato realizzata a Lussemburgo (2003)

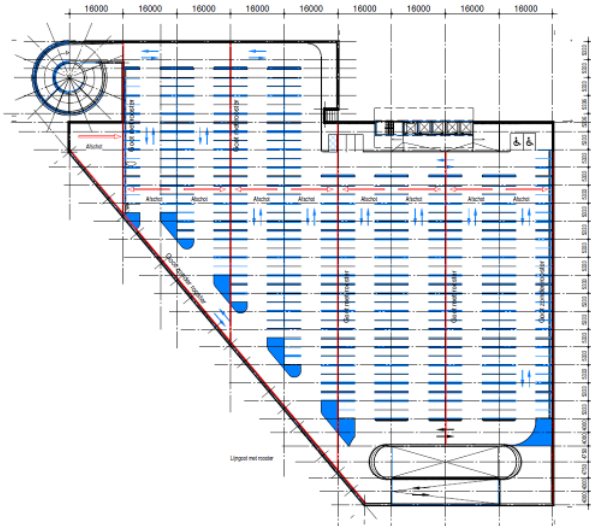


Figura 16 - Autorimessa multipiano di tipo aerato realizzata a Arnhem, Olanda (2005)

L'approccio ingegneristico nell'ambito delle norme nazionali

L'approccio prestazionale o ingegneristico per la sicurezza delle costruzioni in caso di incendio è stato introdotto nell'ambito delle norme nazionali con la pubblicazione delle Norme tecniche per le Costruzioni [11] e del D.M. 9 marzo 2007 [9]. Tale ultimo decreto è correlato con il D.M. 9 maggio 2007 [10], che fornisce le direttive per l'attuazione del metodo alla sicurezza antincendio. In particolare il provvedimento stabilisce i criteri e i parametri da adottare per effettuare una determinazione quantitativa del rischio di incendio, fissando al tempo stesso le procedure generali per eseguire detta valutazione e le modalità per l'esposizione dei risultati.

In coerenza con i principi previsti dal Documento Interpretativo n. 2 [2], il primo passo previsto per l'applicazione dell'approccio ingegneristico è la valutazione dell'azione termica, che avviene mediante l'analisi degli scenari di incendio naturali che descrivono qualitativamente l'evoluzione di un incendio ed individuano gli elementi chiave che lo caratterizzano. Ovviamente nell'ambito qui trattato devono essere selezionati, tra quelli prevedibili, i più pericolosi scenari di incendio ai fini della stabilità strutturale.

In generale, ai sensi del D.M. 09 maggio 2007, per ognuno degli scenari di incendio definiti è necessario approfondire i seguenti aspetti:

- valutazione del tipo e della quantità di combustibili presenti, con il relativo tasso di combustione;
- determinazione dei quantitativi di aria disponibile durante la combustione (in funzione degli scambi con l'esterno);
- individuazione della geometria dell'ambiente confinato, definita dal compartimento;
- definizione delle proprietà termiche della frontiera del compartimento, come pavimenti, pareti e soffitti.

A seconda della particolare strategia antincendio adottata, la valutazione può includere anche:

- influenza degli impianti di spegnimento dell'incendio (ad esempio gli sprinkler);
- intervento delle squadre di soccorso.

Ai fini di questa valutazione vale quanto definito nell'ambito del D.M. 09 marzo 2007 circa l'influenza dei questi strumenti della prevenzione incendi sulla sicurezza strutturale in caso di incendio (fattori δ_{n1} e δ_{n2}).

Facendo riferimento alla tipologia di edificio qui trattato, le autorimesse di tipo aerato, si può concludere che i risultati della ricerca europea riepilogati al paragrafo [2] sono sufficienti per fornire al progettista, e anche all'organo di controllo, i dati necessari per la definizione degli scenari di incendio di progetto ai fini dell'applicazione dell'approccio ingegneristico alla progettazione strutturale delle autorimesse di tipo aerato. Si ritiene che un ulteriore riferimento utile alla progettazione possa essere rappresentato dalla linea guida INERIS [13], pubblicata nell'ambito della normativa vigente in Francia per la progettazione di questi edifici, che è stata presentata al paragrafo 3.1.

Infine, trattando della definizione degli scenari di incendio di progetto, è bene ricordare quanto definito nelle

norme nazionali sopraindicate in merito alla durata del fenomeno che deve essere valutato. A tal proposito è riportato che l'andamento delle temperature degli elementi strutturali può essere valutato in riferimento ad una curva di incendio naturale, tenendo conto dell'intera durata dell'incendio, compresa la fase di raffreddamento, fino al ritorno alla temperatura ambiente.

Bibliografia

- [1.] Commissione della Comunità Europea, "Direttiva sui prodotti da costruzione" 89/106/CEE, 21 maggio 1988.
- [2.] Commissione della Comunità Europea, Documento Interpretativo n. 2 di 89/106/CEE "Requisiti essenziali della sicurezza in caso di incendio" ottobre 1993.
- [3.] Arrête (2004), "Relatif à la résistance au feu des produits, élément de construction et d'ouvrages" Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité Intérieur et des Liberté Locales, 1 Mars 2004.
- [4.] UNI EN 1991-1-2 (2004), "Azioni sulle strutture. Parte 1-2: Azioni in generali – Azioni sulle strutture esposte al fuoco", Ottobre 2004.
- [5.] UNI EN 1993-1-2 (2005), "Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-2:Regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio", Luglio 2005.
- [6.] 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.
- [7.] Arrête (2006), "Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les parcs de stationnement couverts", Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire 9 Mai 2006.
- [8.] 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
- [9.] D. MIN. INT. (9-03-2007), "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco", GU n. 74 del 29 marzo 2007.
- [10.] D. MIN. INT. (09-05-2007), "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio", Ministero dell'Interno 9 maggio 2007.
- [11.] D. MIN. II.TT. (2008), Norme Tecniche per le Costruzioni, supplemento Ordinario della G.U. N° 29 del 04/02/2008.
- [12.] CEC Agreement 7215 - PP/025 (2001), "Demonstration of Real Fire Tests in Car Parks and High Buildings", Ricerca condotta da CITCM (Francia), PROFIL-ARBED Recherches (Lussemburgo) e TNO (Paesi Bassi), conclusa nel 2001
- [13.] INERIS (2001), "Parcs de stationnement en superstructure largement ventiles. Avis d'expert sur les scénarios d'incendie", Ottobre 2001.
- [14.] Hietaniemi J: " Risk-Based Fire Resistance Requirements" ECSC Research 7210-PR-251, 2000-2003.
- [15.] Nigro E., Cefarelli G. (2007), "Procedura generale e metodi semplificati per la verifica in caso di incendio di travi composte acciaio-calcestruzzo". XXI Congresso CTA "Costruire con l'acciaio" Catania, Ottobre.
- [16.] Nigro E., Ferraro A., Cefarelli G. (2008), "Structural fire analysis of composite steel and concrete frames" (in Italian), Costruzioni Metalliche, n. 6, December 2008, ACAI, pp. 51-64.
- [17.] Zhao B. (2008), "Progetto DIFISEK Parte 3: Comportamento meccanico in condizioni di incendio" Seminario organizzato a conclusione del progetto di ricerca europeo: Dissemination of Fire Safety Engineering Knowledge, Roma, Dicembre
- [18.] Cajot L-G., Zanon R., "Some case studies of Natural Fire Safety Concept from different european countries" presentation held in Esch/Alzette, November 22, 2010.
- [19.] Nigro E., Ferraro A., Cefarelli G. (2009), "Valutazione della sicurezza in caso di incendio di strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte II: Analisi di sottostrutture", XXII Congresso CTA "Costruire con l'acciaio", Padova, settembre.
- [20.] Nigro E., Pustorino S., Cefarelli G., Princi P. (2010), Progettazione di strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo in caso di incendio, Ed. Hoepli, Milano.
- [21.] Pustorino S., Princi P., Report tecnico "Sicurezza strutturale in caso di incendio di parcheggi multipiano fuori terra realizzati con ampia ventilazione naturale e struttura portante in acciaio" Attività n. 9 "Autorimesse aperte fuori terra" della Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso di Incendio.
- [22.] V. Cirillo, E. Nigro, S. Pustorino "Approccio ingegneristico per la sicurezza strutturale in caso di incendio: il caso delle autorimesse aerate" Rivista Antincendio n. 5 e n. 6 2010.
- [23.] S. Pustorino, P. Princi, E. Nigro, A. Ferraro, M. Caciolai, V. Cirillo "Il progetto strutturale in condizioni di incendio di autorimesse aerate nell'ambito dell'approccio ingegneristico", Costruzione Metalliche n. 6/2010.

I SOCI di FONDAZIONE PROMOZIONE ACCIAIO

