

“Fuoco, fuoco, attenti al fuoco, fuoco, fuoco, non è un gioco...” recita una canzoncina per bambini. Ed è sorprendente quanto il monito apparentemente ingenuo, sia – nella sua disarmante semplicità – di attualità pregnante: attenzione per le problematiche del fuoco, fin dal progetto.

Negli ultimi mesi una serie di eventi particolarmente drammatici ha portato in primo piano il problema del fuoco, che ora è al centro dell'attenzione generale. Basta ricordare la tragedia delle Twin Towers di New York, gli incendi del tunnel del Monte Bianco e della Galleria del Gottardo, il recente incidente al "Pirellone" di Milano, per citare solo i più tragicamente eclatanti. Il tema riguarda molto da vicino il mondo della costruzione metallica ed è da tempo al centro dell'attenzione degli specialisti. Ne parliamo con il prof. Paolo Setti del Politecnico di Milano, esperto dell'ACAI per tutte le tematiche inerenti il fuoco.

“Non si tratta soltanto dei grandi eventi drammatici che riempiono le prime pagine dei giornali e che turbano l'opinione pubblica - dice il prof. Setti - A questi si deve aggiungere una serie infinita di piccoli, frequentissimi incendi ai quali i mass media dedicano al massimo poche righe in cronaca, ma che comunque contribuiscono significativamente a rendere importante l'incidenza percentuale del costo incendio sull'economia nazionale. Tuttavia, va osservato, che soltanto una parte decisamente secondaria di questi costi riguarda la costruzione propriamente detta e, a maggior ragione, ancora più contenuto è il coinvolgimento della costruzione metallica, che nel nostro paese rappresenta una quota assolutamente minoritaria del costruito. E' comunque un problema vivo e presente nelle preoccupazioni degli addetti ai lavori, tanto più che è noto che l'acciaio mostra una certa vulnerabilità al fuoco e ciò giustifica, in parte, una sorta

Drammatici fatti di cronaca hanno portato all'attenzione dell'opinione pubblica i temi della resistenza al fuoco e della prevenzione degli incendi. Ne parliamo con il prof. Paolo Setti del Politecnico di Milano, esperto dell'ACAI per le tematiche del fuoco.

Fire: a truly 'burning' question

Dramatic recent events have brought into the public eye the problems of resistance to fire and fire prevention. We discuss these with Professor Paolo Setti of the Polytechnic of Milan, ACAI's expert on fire-related problems.

di diffidenza nei confronti delle costruzioni in acciaio da parte del Vigili del Fuoco. Non manca una pressante azione di lobby da parte del mondo delle costruzioni in generale, che “cavalca la tigre” di questo sospetto, contribuendo – di conseguenza - a comprimere su percentuali enormemente basse, rispetto a quelle degli altri paesi occidentali, la presenza di costruzioni in acciaio: in Italia le costruzioni metalliche non superano il 5%, contro quote che in Europa centrale e settentrionale arrivano anche al 30-40% del costruito. Le costruzioni in acciaio italiane soffrono anche di un quadro normativo di prevenzione incendi che si è rivelato in una certa misura penalizzante, anche se si intravede una maggiore apertura da parte dell'autorità competente, mentre resta ancora una certa inerzia da parte dei progettisti strutturali che sembrano restii a farsi carico in modo corretto dei problemi della resistenza al fuoco.

La prassi ormai consolidata attualmente prevede che si concepisca un progetto, si verifichino le richieste della normativa al riguardo, si imponga che nel progetto sia soddisfatto il migliore requisito normativo. Ma a questo punto il progettista strutturale è spesso tentato di “defilarsi”, lasciando all'impresa costruttrice la responsabilità di scegliere i materiali idonei e la soluzione più adatta per soddisfare la normativa.

Ne consegue che sovente nascono progetti mal concepiti dal punto di vista della sicurezza al fuoco e sui quali è difficile e costoso intervenire per metterli in sicurezza.

Al contrario, una progettazione mirata alla sicurezza al fuoco può portare a soluzioni intelligenti e

competitive. Un esempio tipico dello sviluppo di nuove tecnologie, che si stanno affermando soprattutto nei paesi dell'Europa Centrale e del Nord, sono le strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Al contrario, l'obiettivo di avere strutture di minimo peso, estremamente esili e leggere, comporta una maggiore difficoltà in materia di protezione al fuoco.

Soprattutto non si possono realizzare strutture leggere a vista con alte prestazioni al fuoco, senza ricorrere ad adeguati rivestimenti protettivi.

In questo contesto, la stessa normativa è un punto dolente, nel senso che a livello italiano tutto l'argomento della protezione incendi è trattato da normative cogenti del Ministero degli Interni, che tendono a chiedere prestazioni molto elevate in termini di resistenza al fuoco, senza obbligare ad una concezione “intelligente” della struttura. Ciò significa che per convenzione normativa si ritiene garantita la sicurezza al fuoco quando il singolo elemento strutturale assicura determinate prestazioni. Non si richiede, invece, alcun giudizio sul comportamento globale della struttura saldata. Ciò porta all'assurdo di chiedere lo stesso livello di prestazioni sia ad elementi secondari sia ad elementi primari, costringendo a spese per la protezione incendio su elementi di importanza trascurabile e a scapito di elementi di importanza fondamentale.

Le strutture miste acciaio-calcestruzzo possono avere il beneficio della duttilità della struttura in acciaio e il beneficio dell'inerzia termica della struttura in cal-



cestruzzo. Vi sono oggi tecnologie che consentono la realizzazione di ottime strutture. Le più diffuse sono essenzialmente quella delle travi miste acciaio calcestruzzo, le lamiere grecate con getto collaborante, la tecnologia degli "slim floor", travi e colonne parzialmente rivestite di calcestruzzo.

Un'altra possibilità che si apre e che si presenta estremamente interessante, è il poter definire diversi scenari per l'incendio, cioè andare a valutare se effettivamente nell'ambiente si possono raggiungere condizioni critiche per l'incendio. Sulla base dei diversi scenari possono essere messe a punto norme che tengano conto delle molteplici situazioni. L'attuale requisito normativo, che si esprime in termini di minuti di resistenza al fuoco, prevede un fuoco di tipo standard, che è tipico di ambienti confinati, cioè ambienti di volume relativamente piccolo, dove si raggiunge il cosiddetto "flash over", vale a dire uno sviluppo rapido dell'incendio esteso su tutta la superficie e tutto il volume dell'ambiente interessato al fuoco. Si applica a civili abitazioni, uffici, stanze chiuse e solo se vi è un elevato carico di incendio; assolutamente non è applicabile ad ambienti di grandi dimensioni, per incendi all'aperto, per esposizione al fuoco in presenza di aperture, di evacuatori di fumo e calore, ecc.

Su questo si è sviluppata una nuova "scienza" e lo stato dell'arte è tale che permette di valutare convenientemente i possibili scenari di incendio. Ciò può comportare grandi benefici per le strutture in acciaio, perché se si riesce a stimare che nell'intorno

delle strutture metalliche l'innalzamento della temperatura è nell'ordine di poche centinaia di gradi e non di un migliaio, probabilmente si potrebbero abbattere i costi della protezione che in alcuni casi potrebbe addirittura risultare non necessaria. E' il caso di grandi coperture di fiere, di ristrutturazioni di ex ambienti industriali (tipico è il caso di grigliati spaziali di altezza 18-20 metri), dove effettivamente la richiesta non ragionata del requisito normativo può portare a grossi danni, con aggravii di costi non sostenibili.

Un esempio significativo sono gli ospedali. Sta per uscire una normativa sugli ospedali che chiederà una resistenza al fuoco generalizzata di 90 minuti primi. Ciò comporterà due conseguenze: una spesa "folle" di adeguamento per tutte le strutture esistenti, anche quelle in laterocemento e la quasi impossibilità di realizzare grandi strutture in acciaio sul tipo di quelle che ben si adattano agli atri o alle sale riunioni, dove il carico incendio è molto contenuto. Purtroppo il requisito normativo, così come è concepito, equivale a dire: prendo l'intera struttura e la chiudo in un forno (cioè in condizioni di 1200-1300° C). Quel tipo di modello di incendio, è molto teorico e, soprattutto, è ben difficile che rappresenti la situazione dei grandi spazi, degli atri aperti. Se si accetta di operare studiando di volta in volta i possibili scenari di incendio, probabilmente si potranno avere grandi benefici per la struttura metallica. La Parte 2.3 Azioni sulle strutture - Azioni sulle strutture esposte al fuoco dell'Eurocodice 1 (UNI ENV 1991-2-2:1997) contiene

un'apertura molto interessante che consiste nel prevedere diversi modelli convenzionali di fuoco, alcuni anche più severi degli attuali (come l'incendio da idrocarburi che si adotta in ambiente petrolifero), ma introduce anche le curve parametriche di incendio, che permettono di tener conto di situazioni più aderenti al reale modello fisico, e inoltre introducono la differenza tra fuoco generalizzato in tutto l'ambiente e fuoco localizzato. In questo ultimo caso è interessante vedere quanto estesa è la superficie interessata dall'incendio, quanto può essere alto il pennacchio della fiamma, se raggiunge o meno l'altezza delle strutture e si potrebbe arrivare alla conclusione che le strutture sono poco soggette al fuoco. In presenza di aperture, invece, occorre vedere come evolve la fiamma, valutando in quali zone è necessaria una protezione.

La vera preoccupazione riguarda gli aspetti commerciali del problema.

A fronte di elevate prestazioni, manca sovente il coraggio di dichiarare inadeguata una determinata soluzione e, piuttosto, si cerca comunque di fornire un rivestimento protettivo, nell'interesse dei distributori e dell'industria di questi specifici materiali, senza essere certi che quel tipo di protezione sia veramente adeguato. Tipico è il problema delle vernici intumescenti che permettono di lasciare a vista la struttura, valorizzandone tutti gli aspetti architettonici e offrendo una buona prestazione al fuoco. Hanno, però precisi limiti: sono di norma adatte a classe di resistenza al fuoco di 30-60 minuti. A volte



possono essere estese a resistenze più elevate, fino a 90-120 minuti, ma non su tutti gli elementi, con notevoli difficoltà di applicazione e a costi decisamente elevati.

L'impressione è che, invece, si tenda a garantire l'efficacia di questi prodotti anche per elevate prestazioni. Ogni prodotto, in teoria, dovrebbe avere un'adeguata verifica sperimentale, ma sovente ci si affida a estrapolazioni che, oltre a non essere consentite dalla norma, non garantiscono la sicurezza. In proposito vi è una grave responsabilità dei professionisti incaricati della prevenzione incendi (ingegneri abilitati ai sensi della legge 818/85), che accettano per validi i dati forniti dalle aziende produttrici, senza un esame critico delle modalità con cui sono stati ottenuti e della misura in cui sono stati estrapolati, non rendendosi conto che con ciò si rendono corresponsabili di eventuali carenze di sicurezza.

Sarebbe auspicabile un maggior coinvolgimento a priori in sede di progettazione e in sede di definizione di capitolato.

Ma tornando agli eventi simbolo di questi ultimi tempi citati nei media (Twin Towers, Grattacielo Pirelli), l'onestà intellettuale vorrebbe che si considerasse la differenza fra i due eventi con un approccio serio e scientificamente fondato. Quello del grattacielo Pirelli è stato un evento di intensità minima rispetto a quelli che hanno colpito le Twin Towers. Non è stato detto che cosa sarebbe successo se contro il nostro grattacielo si fosse abbattuto, invece che un aereo da turismo con il serbatoio praticamente vuoto, un aereo di linea a pieno carico di carburante. Inoltre il grattacielo

Pirelli è molto più che una qualunque struttura in cemento armato: è una struttura particolarmente intelligente e ben progettata, con due nuclei irrigidenti in elevazione (i vani scale) e solai estremamente leggeri, completamente portanti. Ma le solette precomprese del Pirelli sono anche il suo punto debole: proprio la precompressione dei solai porterebbe ad una situazione di collasso anche per incendi di modesta entità. La fortuna, in occasione dell'incidente è che di fatto non si è verificato un incendio di entità tale da costituire un rischio di collasso delle strutture da cui è troppo semplicistico trarre la conclusione che la struttura in cemento armato è idonea a resistere al fuoco, al contrario di quella di acciaio.

Sul caso americano, tutti abbiamo notato che costruzioni che erano garantite resistenti al fuoco quattro ore, sono andate in crisi dopo un'ora. La cosa non deve stupire. Il modello di fuoco di progetto è meno severo dello scenario che si è manifestato nella realtà; inoltre, in termini di progetto, il fuoco è considerato su struttura integra, non su struttura danneggiata come di fatto erano quelle delle Twin Towers al momento in cui si è sprigionato l'incendio. Infine si è trattato non di un semplice incendio di abitazione (mobili, tendaggi, tappeti, ecc), ma di un incendio da idrocarburi. Tutto ciò rimanda al tema dell'attenta valutazione degli scenari e, inoltre, apre un altro capitolo: occorre valutare, per esempio, lo scenario della combinazione tra sisma e fuoco, oppure tra impatto (è il caso americano) e fuoco.

Altro fenomeno evidenziato dal-

l'incendio delle Twin Towers è la dilatazione termica impedita. Mentre su edifici monopiano ragionevolmente la dilatazione delle colonne non è contrastata e quindi non nasce una sovrattensione dovuta alla coazione, in presenza della massa di 20-30 piani superiori, con elementi esterni più scaldati rispetto ad elementi interni, si arriva rapidamente al collasso⁽¹⁾.

Un enorme vantaggio può derivare da una concezione intelligente di edificio. Citiamo ad esempio le Torri Enel del Centro Direzionale di Napoli che presentano dei nuclei scale/elevazione con funzione sia controventante sia di portare i carichi a terra, e che presentano, inoltre, una grossa trave scatolare di copertura, con i solai appesi. In quel caso la struttura metallica dei piani intermedi, appesa, ha notevoli garanzie di sicurezza, non comporterebbe instabilità delle colonne e quindi è una concezione strutturale infinitamente più sicura della tradizionale multipiano travi/pilastri.

Dunque anche queste considerazioni rimandano ancora una volta alla centralità della concezione intelligente della struttura e all'importanza di una corretta valutazione della protezione dal fuoco fin dalla fase progettuale.

⁽¹⁾ Sull'argomento è disponibile un rapporto completo riguardante la descrizione del collasso (World Trade Center Building Performance Study) sul sito web della FEMA (Federal Emergency Management Agency): www.fema.gov/library/wtccstudy.html