

# "L'edificio è tuo nemico"

## 1 Introduzione

Il titolo di questo articolo è una citazione ben nota negli Stati Uniti. Il leggendario capo (ufficiale) "Frank Brannigan" ha fatto della sua vita il compito di garantire che i vigili del fuoco siano consapevoli dei pericoli inerenti alle strutture in fiamme. I crolli strutturali (totali o parziali) non sono rari sulle scene degli incendi.

Gli edifici sono molto diversi. Negli Stati Uniti ci sono più edifici con strutture in legno che in Belgio. E gli edifici con una struttura in legno (leggi: infiammabile) si comportano diversamente durante gli incendi rispetto ai nostri tradizionali edifici in mattoni. Tuttavia, un numero crescente di "strutture in legno" viene costruito nelle nostre parti al giorno d'oggi. Nella costruzione di alloggi passivi vengono utilizzati sempre più telai in legno. Spesso la finitura interna è realizzata con boiserie in legno. Un alloggio del genere contiene molto combustibile in più. La pannellatura in legno come finitura interna significa anche che c'è una superficie di contatto molto ampia. Il confronto può essere fatto con un container CFBT in cui vengono utilizzate tipicamente assi di legno con una superficie totale di 10-12 m<sup>2</sup> come carico di combustibile. In una stanza di 4 x 5 m sono facilmente presenti 45 m<sup>2</sup> di muro. Se queste pareti vengono rifinite con un materiale infiammabile, qui si svilupperà un tipo di fuoco diverso rispetto alle stanze fatte di mattoni e intonaco. Una seconda importante differenza tra i nuovi infissi in legno e l'edificio tradizionale è la forza. La costruzione moderna utilizza spesso elementi in legno sottili. La resistenza al fuoco di questi elementi da costruzione è generalmente piuttosto limitata.

Tuttavia, anche nei nostri edifici tradizionali a volte incontriamo delle difficoltà. I crolli dei muri hanno causato molti feriti tra vigili del fuoco. Dopo l'incidente è stato spesso affermato che "non lo avevamo previsto". Pertanto questo articolo si concentrerà sugli edifici e più specificamente sul crollo strutturale.

### 1.1 Casi

#### 1.1.1 Incendio chiesa

Il 9 marzo 2004 scoppia un incendio nel Koningkerk di Haarlem (Paesi Bassi). La massiccia struttura del tetto in legno viene rapidamente avvolta dalle fiamme. A causa sia dell'ampia superficie del tetto che delle dimensioni della chiesa non è più possibile un attacco interno. Si decide di operare dall'esterno. La scena dell'incendio cresce immensamente. Un attacco esterno non è per definizione molto efficiente. Molta acqua scorre in luoghi dove non può fare bene. Sfortunatamente, semplicemente non esiste un'alternativa migliore disponibile. Dopo che la struttura del tetto è crollata o bruciata, le grandi mura della chiesa sono ancora in piedi. Dentro queste mura arde ancora un forte fuoco. Il comandante dell'incidente si rende conto che le pareti autoportanti comportano seri rischi. Ordina che una delle strade adiacenti alla chiesa venga chiusa perché il rischio di un crollo verso l'esterno è troppo alto. Anche ai vigili del fuoco è vietato l'utilizzo della strada. La scena dell'incendio è tuttavia molto ampia, il che significa che sono presenti numerosi vigili del fuoco. Non tutti ricevono il comando che una determinata strada è vietata a tutto il personale. Circa un'ora dopo l'arrivo dei vigili del fuoco, una delle pareti

lateralmente crolla. Il muro crolla - come previsto - verso l'esterno. Tre vigili del fuoco, apparentemente ignari del comando impartito, vengono sorpresi dal crollo del muro e muoiono.

### 1.1.2 Abbaino

Il 16 maggio 2012 i vigili del fuoco di Waregem (Belgio) stanno combattendo un incendio in un appartamento. Durante l'estinzione una parete laterale di un abbaino crolla in modo del tutto inaspettato. I detriti cadono su un pompiere che indossa l'autorespiratore. Anche se il suo casco e BA deviano parzialmente il colpo, il vigile del fuoco è ancora gravemente ferito. Dopo mesi di riabilitazione, rimane paralizzato dalla vita in giù. Quindi, a parte i rischi noti ("i muri crollano sulle scene degli incendi" come descritto nel caso olandese) esiste anche un rischio di crollo meno noto o addirittura sconosciuto ("anche un abbaino può crollare"). È responsabilità di ogni ufficiale in comando osservare eventuali potenziali scenari di collasso. Discutendo di incidenti, la conoscenza di tali scenari dovrebbe aumentare. Si spera che questo ridurrà la possibilità di incidenti.

## 1.2 Perché un edificio collassa?

Negli Stati Uniti il dr. Richard Gasaway sta lavorando a una campagna sulla "consapevolezza situazionale". Sta cercando di insegnare ai vigili del fuoco che è importante per loro di essere consapevoli di ciò che li circonda. Il suo sito web, [www.samatters.com](http://www.samatters.com), ospita una serie di articoli interessanti su come siamo consapevoli di ciò che ci circonda. In uno dei suoi articoli, formula l'ipotesi che ogni edificio sia in procinto di crollare.

Tutti conoscono la gravità. La gravità cerca di forzare tutto verso il basso. La gravità agisce anche su ogni edificio. In questi edifici sono presenti elementi "strutturali" progettati per contrastare quella forza. Oltre alla gravità, anche altre forze agiranno sull'edificio. Il vento può esercitare una forza tremenda su un muro esterno. Attraverso tutti gli elementi strutturali (solai, pareti, travi, pilastri,...) le diverse forze vengono trasferite sulle fondazioni.

Finché gli elementi strutturali funzioneranno come dovrebbero, l'edificio rimarrà in piedi. Quando gli elementi strutturali sono indeboliti a causa di un incendio, l'edificio può (parzialmente) crollare. A volte questo è difficile da prevedere, ma in alcuni altri casi (ad esempio un muro che cade) il rischio è noto molto prima.

Finché gli elementi strutturali funzioneranno come dovrebbero, l'edificio rimarrà in piedi. Quando gli elementi strutturali sono indeboliti a seguito di un incendio, l'edificio può (parzialmente) crollare. A volte questo è difficile da prevedere, ma in alcuni altri casi (ad esempio un muro che cade) il rischio è noto molto prima.

## 1.3 Materiali di costruzione

Sotto c'è una descrizione di alcuni materiali da costruzione comunemente usati nella costruzione e spesso inclini al crollo. È una descrizione molto concisa e semplificata. L'obiettivo è evidenziare alcuni dei meccanismi di collasso.

### 1.3.1 Mattone

Il mattone è molto utilizzato nella costruzione. Il più delle volte viene utilizzato per la costruzione di muri. I muri di mattoni sono adatti per contrastare le forze verticali. Trasferiscono il peso del pavimento sulla fondazione. Tuttavia, non resistono bene alla forza laterale. I muratori sanno molto bene che i muri di mattoni posati di recente possono cadere quando soffia un forte vento. Il vento esercita una forte pressione sulla superficie formata dal muro. Quando questa forza diventa troppo grande, il muro cadrà. È solo quando c'è un piano in cima al muro che questo rischio viene annullato. Il piano assorbe la forza orizzontale del vento e la distribuisce alle diverse pareti su cui poggia. Lo stesso vale per i frontoni degli edifici. Solo dopo che ci sono travi attaccate a loro, diventano robuste.

In un incendio ci sono due diversi effetti che possono portare al collasso. Il primo è l'incendio delle travi di legno. Questo di solito richiede un po' di tempo. Innanzitutto il fuoco deve essere completamente sviluppato. Quindi gradualmente il fuoco brucerà attraverso le travi fino a quando non collasseranno e bruceranno completamente. Ad un certo punto nel tempo la campata sarà in piedi da sola. Se in quel caso soffia un forte vento, la campata autoportante diventerà un rischio. A seconda del vento, la campata potrebbe cadere verso l'interno o verso l'esterno. Ciò può accadere durante l'estinzione, durante la revisione o anche molto tempo dopo lo spegnimento dell'incendio. Finché il muro non è supportato, potrebbe cadere.



**Figure 1** I punti di fissaggio delle balle sono stati parzialmente bruciati. Quando le condizioni del vento sono forti, questi timpani possono crollare. Anche il camino è probabilmente attaccato alle travi. Potrebbero esserci danni anche a questo punto. (Photo: unknown)

Questo processo continuerà, il muro alla fine cadrà. Un muro autoportante che cade a causa di un incendio cadrà sempre verso l'esterno (lontano dal fuoco).

Un secondo effetto che sta accadendo è il riscaldamento del muro. Un incendio che ha bruciato attraverso il tetto di solito significa che le temperature sono molto alte. La parete autoportante è soggetta a queste temperature. All'interno del muro, questi possono superare i 1000° C. L'esterno del muro non sarà così caldo. Gli oggetti riscaldati hanno la tendenza ad espandersi. L'interno del muro vorrà espandersi mentre l'esterno no. Il risultato è che il muro si deformerà. L'estremità inferiore del muro è fissata su una fondazione o su un pavimento in modo che non possa spostarsi. L'estremità superiore del muro è allentata, quindi si sposterà verso l'esterno. Il muro assumerà la forma di una banana. Assumendo questa forma, il caldo all'interno può espandersi mentre il refrigeratore esterno non dovrà farlo. Se questo

### 1.3.2 Acciaio

L'acciaio è anche ampiamente utilizzato nella costruzione. È un materiale molto resistente e si allungherà molto prima di rompersi. Tipicamente vedrai una costruzione in acciaio piegarsi prima che crolli. L'acciaio è anche un materiale che trasferisce il calore estremamente bene. Quando l'acciaio viene riscaldato, si espanderà proprio come qualsiasi altro materiale. Le travi e le capriate in acciaio possono quindi esercitare un'enorme forza orizzontale sulle pareti alle quali sono fissate. Questa forza può diventare così alta che il muro verrà spinto oltre. Quindi, in questo scenario, anche i muri possono cadere verso l'esterno.

La nuova legislazione edilizia riguardante l'edilizia industriale ("bijlage 6" in Belgio) richiede che le strutture siano progettate in modo che cadano verso l'interno in caso di crollo. Per i moderni edifici industriali questo significa che il rischio viene eliminato in anticipo.

### 1.3.3 Legno

Anche le travi in legno sono spesso utilizzate nella costruzione. Storicamente si trattava di massicce travi di legno. Anche se il legno è un materiale infiammabile, queste travi avevano una resistenza al fuoco piuttosto buona. Una trave che sorregge un pavimento, sarà "attaccata" dal fuoco da tre diversi lati. In basso e ai due lati la legna brucerà. Ciò ridurrà la capacità di carico della trave. Questo continuerà fino a quando il fuoco non sarà spento o il raggio crollerà. Per vecchie e massicce travi di legno ci vorrebbe un po' di tempo prima che il fuoco le indebolisca sufficientemente.



**Figure 2** Travatura in legno (Photo: NIST)

per sostenere la pavimentazione. Inutile dire che questi piani crollano rapidamente quando c'è un incendio nei livelli sottostanti.

In Nord America, la costruzione leggera è andata oltre. Qui vengono utilizzate capriate in legno (vedi Figura 2). La robustezza dell'elemento è in parte dettata dalle giunzioni diagonali tra il legno superiore e inferiore della travatura. È chiaro a tutti che queste giunzioni diagonali bruceranno molto rapidamente durante un incendio. Una ricerca condotta in Canada ha indicato che la resistenza al fuoco di una tale costruzione è inferiore a dieci minuti.

### 1.3.4 Calcestruzzo prefabbricato

Negli edifici industriali, viene spesso utilizzato il calcestruzzo prefabbricato (vedi Figura 4). Gli elementi della parete in calcestruzzo sono fissati a un telaio in acciaio. Durante un incendio i giunti che collegano gli elementi della parete al telaio in acciaio saranno fortemente sollecitati. È possibile che questi giunti si pieghino e gli elementi del muro crollino. Soprattutto quando sono stati utilizzati elementi con una grande dimensione verticale, i detriti possono cadere abbastanza lontano dal muro originale.

## 1.4 Evitare gli incidenti

Non è sempre possibile evitare crolli durante un incendio. Dopo tutto un incendio indebolisce la capacità di carico delle costruzioni. Tuttavia è importante che gli ufficiali in comando siano consapevoli del rischio e ne tengano conto. Non dovrebbe mai accadere che i vigili del fuoco muoiano sotto un crollo che avrebbe potuto essere previsto.

### 1.4.1 Zona di collasso

Ogni vigile del fuoco dovrebbe sapere cosa significa il termine zona di collasso. La zona di crollo è l'area in cui finiscono i detriti quando un muro cade o un edificio crolla. La regola pratica di solito dice che la dimensione della zona di collasso è uguale a una volta e mezza l'altezza del muro.

Dopo che un muro è crollato, i vigili del fuoco spesso avanzano attraverso le macerie per avvicinarsi al fuoco. Dopo che il muro è caduto, questo non è un grosso problema. Il rischio è sparito dopotutto. Prima che il muro sia crollato, è estremamente pericoloso entrare nella zona del crollo. In caso di crollo, verresti sorpreso dalla caduta di detriti.

### 1.4.2 Spiegamento del personale

È compito degli ufficiali in carica diffidare di possibili crolli durante le operazioni antincendio. In quei primi frenetici minuti sul campo del fuoco, il più delle volte non c'è tempo per verificarlo. Poi di nuovo la maggior parte delle volte il collasso non si verifica all'inizio di un intervento sul campo di fuoco. L'eccezione a questo sono i telai in legno leggero che sono sempre più comunemente usati nella costruzione.

Nelle operazioni antincendio più lunghe le squadre saranno state tutte dispiegate ad un certo punto nel tempo. L'ufficiale in capo dovrebbe quindi chiedersi: "Può crollare qualcosa? Cosa potrebbe crollare? Dove andranno a finire i detriti che cadono?" Se le risposte a una di queste domande indicano possibili lesioni a squadre di vigili del fuoco, o ad servizi di emergenza o civili, è necessario adottare misure preventive.

La corretta distribuzione del personale (vedere la Figura 4) può prevenire molti problemi. I vigili del fuoco localizzati al di fuori della zona del crollo probabilmente rimarranno illesi in caso di crollo. Quando una squadra si trova a una certa distanza dall'edificio, è importante spiegargli perché si deve stare "così lontano".



**Figure 3** Dopo un incendio rimangono in piedi solo i muri. Utilizzando barriere anti-folla e nastro adesivo, viene delineata la zona di collasso. (Photo: Herman De Wit)

Può anche essere utile comunicare a tutti i vigili del fuoco che una certa area è vietata. In circostanze estreme è possibile inviare una sentinella. Ad esempio quando un passaggio è stato aperto per gli equipaggi per un lungo periodo e ora non può più essere utilizzato. Questa può sembrare una misura estrema e il vigile del fuoco assegnato a svolgere il compito probabilmente non sarà contento di farlo. Ma se lo confrontiamo con un vigile del fuoco gravemente ferito o deceduto, va detto che è una misura efficiente che è anche facile da implementare.

#### 1.4.3 *Collasso preventive dei muri e campate*

Dopo che l'incendio è stato spento, diventa chiaro che esiste il rischio di crollo, devono essere prese le misure necessarie. L'opzione migliore è rimuovere completamente il pericolo. I vigili del fuoco possono scegliere di far crollare il muro o possono requisire gru pesanti per abbattere parzialmente il muro prima di iniziare la revisione. Il crollo forzato di una campata non è qualcosa che ai proprietari di casa piace vedere accadere, ma il costo della ricostruzione è piccolo rispetto al costo di un infortunio o di un decesso causato da un crollo.



**Figure 4** Un incendio in un edificio industriale costituito da pannelli prefabbricati. A causa del rischio di crollo, viene mantenuta la distanza dal muro. Successivamente, eventuali pannelli sciolti vengono rimossi per eliminare ogni rischio di collasso. (Photo's: Peter Vangierdegom)

A volte si sceglie di lasciare le pareti in una posizione instabile durante la revisione. Questo perché l'edificio ha un valore architettonico. In questi casi è necessario delineare un'area in cui gli equipaggi non possono più entrare (se non è già stato fatto durante l'estinzione). In alcuni servizi antincendio all'estero, viene utilizzato nastro adesivo con una diversa combinazione di colori (ad es. Giallo/verde). I vigili del fuoco tendono a ignorare il classico nastro rosso / bianco. La regola in tali servizi è che il classico nastro rosso/bianco viene utilizzato per negare l'accesso ai civili, mentre la combinazione di colori alternativa viene utilizzata per indicare un pericolo immediato ed è vietata a tutti.

#### 1.4.4 *Puntellare*

Puntellare un muro è un ultimo modo e importante per eliminare il pericolo di crollo. Soprattutto quando si è scelto di lasciare in piedi muri instabili, questi muri devono essere stabilizzati. A volte questo non può essere fatto fino a quando le operazioni antincendio non sono state completate. Questo è preferibilmente fatto da ditte specializzate. Soprattutto dopo l'estinzione, non è saggio correre rischi mentre i professionisti sono spesso meglio formati e attrezzati per puntellare muri ed edifici.

## 1.5 Pensiero finale – “Ho un sogno”

Vorrei concludere questo articolo con una citazione di Martin Luther King. Il primo caso in questo articolo, l'incendio a Koningskerk, è stato indagato a fondo dopo l'incidente. Il rapporto finale dell'ispezione di pubblica sicurezza ("Inspectie voor openbare orde en veiligheid") era lungo 220 pagine. È stata tentata una ricostruzione completa della cronologia dell'intervento fatale. Sono state intervistate numerose persone presenti sulla scena all'epoca. È stata effettuata un'analisi di come è potuto avvenire l'incidente. È stato condotto uno studio su come le cose possono essere fatte meglio in futuro. Sono state formulate raccomandazioni ed è stato sviluppato un corso didattico.

Il 9 maggio 2008 si è verificato il famigerato incendio a De Punt, nei Paesi Bassi. In questo incendio hanno perso la vita tre vigili del fuoco. Si è riunita una squadra composta da vigili del fuoco, un professore e un esperto di sicurezza sul lavoro. Il 18 giugno 2008 (solo 1 mese dopo) questo gruppo ha prodotto un rapporto preliminare con i risultati iniziali e più importanti. Il 15 aprile 2009 è stato presentato un rapporto di analisi finale di 256 pagine. Ancora una volta l'obiettivo del gruppo era "cosa si può fare meglio la prossima volta?" invece di "chi è la colpa?" È stato distribuito un video didattico per offrire a tutti coloro che sono attivi nei vigili del fuoco olandesi la possibilità di imparare da questo sfortunato incidente. I contenuti del corso per vigili del fuoco vengono adattati. Vengono sviluppate nuove linee guida.

I vigili del fuoco olandesi stanno cercando di imparare dagli incidenti.

Possiamo finalmente iniziare a fare lo stesso in Belgio? Per catastrofi su larga scala come la calamità del treno a Wetteren e incidenti minori come la morte di un pompiere o il ferimento grave. Ho un sogno.

## 2 Bibliography

- [1] *Every building is in the process of falling down*, [www.samatters.com](http://www.samatters.com), Richard Gasaway, februari 2012
- [2] *Brand in de koningkerk te Haarlem – onderzoek naar het brandweeroptreden, Inspectie openbare orde en veiligheid (IOOV), maart 2004*
- [3] *IFIW 2010, visit to the Canadian National Research Council, May 2010*
- [4] *Talks with Benito Mahieu and Piet De Vos of the fire service of Waregem*