

**L' applicazione della fire protection engineering e del code NFPA 914
nell' analisi antincendio del complesso monumentale
del S. Maria della Scala in Siena.**

Autori

Ing. Stefano Marsella – Ispettore Coordinatore S.T.C.
Ing. Luca Nassi – Ispettore Coordinatore Comando P.le di Siena
p.i. Loris Barneschi – C. tecnico Antincendio-Comando P.le di Siena



Riassunto: In contesti architettonici complessi può risultare estremamente difficile, specialmente nel caso della realizzazione di nuove attività, l'applicazione di normative antincendio di tipo deterministico, che rischiano di fatto di limitare le possibilità di recupero. Una corretta applicazione della fire engineering, in particolare per complessi monumentali estremamente articolati come quello in esame, permette di avvalorare e verificare le ipotesi progettuali. L'applicazione del code NFPA 914 "Fire protection of Historic structures" consente di effettuare i calcoli analitici con riferimento ad ipotesi di incendio riconosciute come plausibili.

1. Introduzione

L'intervento descritto riguarda un'applicazione dell'approccio prestazionale mirata a verificare e avvalorare alcune ipotesi di progetto assunte nella ristrutturazione del Complesso del S. Maria della Scala in Siena.

Gli autori hanno avuto modo di seguire a lungo lo sviluppo del progetto di recupero, tuttora in corso e, ovviamente, suscettibile di future varianti.

Fin dall'inizio è apparso indispensabile determinare delle linee guida generali, definendo degli obiettivi e dei criteri di accettazione, anche allo scopo di poter inquadrare in maniera globale l'intervento.

Si è poi posto il problema di verificare alcune ipotesi e la pratica fattibilità di certi interventi (studi sulla modalità di propagazione del fumo, possibilità di realizzare compartimentazioni e barriere al fumo ecc.) nell'ottica di cercare di garantire una massima possibilità di intervento con il minore impatto possibile, anche dal punto di vista estetico.

2. descrizione del complesso

Il Complesso del S. Maria della Scala consiste in un imponente volume su pendio con una dimensione di 36.000 m² netti per circa 350.000 m³ e 9 livelli con accessi da Piazza del Duomo (IV livello) e dal livello basamentale.

Le strutture edilizie sono tutte in muratura, con muri portanti di grosso spessore ed ampie volte in laterizio. Fanno eccezione i soli impalcati di solaio di alcuni locali realizzati in legno; in alcuni casi inoltre la funzione portante delle strutture lignee è stata sostituita da un soprastante solaio in latero cemento.

3. Cenni storici

Le prime documentazioni sul complesso risalgono al 1090; si trattava di uno "spedale" che offriva rifugio ai pellegrini che nel Medioevo si recavano a Roma, tappa obbligata prima di proseguire sulla via Francigena attraverso la Maremma.



foto 1: documento di archivio

Nel corso di un millennio il complesso si è ampliato, inglobando nei secoli orti, giardini, cortili, addirittura una strada. Fino al 1990 ha continuato ad ospitare l'ospedale cittadino.

In quegli anni, svuotato dalle ultime cliniche, è iniziato un complesso lavoro di ristrutturazione che, ad oggi, ha restituito alcune aree già adibite ad attività museali oltre a "ripulire" tutto l'ambiente dalle infinite stratificazioni edilizie.



foto 2: Il Pellegrinaio

Dal 1997 il complesso è gestito dall'Istituzione del Comune di Siena S. Maria della Scala.

4. Ipotesi di recupero

Il progetto di recupero prevede una prima fase di demolizioni, oggi quasi completata, necessaria per permettere una "lettura" degli ambienti che, come già accennato, sono stati oggetto di infiniti successivi interventi edilizi necessari a permetterne l'uso come ambiente ospedaliero.

Attualmente si sta passando ad un progressivo riutilizzo dei vari ambienti, con la forte volontà di voler realizzare una struttura "viva" che permetta quindi di accostare funzioni diverse, dagli spazi museali a negozi, bar, ristoranti a spazi congressuali, pur nel rispetto dell'estremo pregio architettonico di certe aree del complesso.

5. Attività soggette a controllo da parte dei VV.F. previste nel complesso ed ipotesi di deroga

Il complesso risulta soggetto a controllo da parte dei VV.F. come edificio pregevole per arte e storia con inserite all'interno ampie aree museali, locali di pubblico spettacolo (spazi per concerti, congressi ecc.), negozi di superficie totale superiore a 400 m², ristoranti.

Le normative antincendio applicabili non permettono in effetti tali promiscuità; da qui la necessità di ricorrere al procedimento della deroga previsto dal D.P.R. n. 38/98.

6. Obiettivi di prevenzione incendi con riferimento alla Direttiva Europea Prodotti da Costruzione, requisito essenziale "sicurezza in caso di incendio".

Gli obiettivi di prevenzione incendi devono in effetti ridurre al massimo la possibilità di innesco e di diffusione; un incendio, anche se limitato, può creare danni alla parte monumentale.

Come riferimento generale è stata considerata la Direttiva Europea Prodotti da Costruzione, requisito essenziale "sicurezza in caso di incendio".

I punti da considerare, in base a tale direttiva, sono :

- a) La capacità portante dell'opera deve essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- b) La produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere deve essere limitata;

- c) La propagazione del fuoco alle opere vicine deve essere limitata;
- d) Gli occupanti devono essere in grado di lasciare l'opera o di essere soccorsi altrimenti;
- e) Deve essere presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.

La valutazione e validazione delle scelte progettuali effettuate è avvenuta in ragione di un confronto con le normative applicabili ed i criteri di sicurezza generali; per i casi in cui si sono verificati scostamenti da norme cogenti, per i quali è stata comunque richiesta deroga, è stato dimostrato che gli stessi non costituiscono aggravio del livello di rischio e che pertanto possono essere ritenuti accettabili.

7. Identificazione dei punti nodali del complesso

Come già accennato la struttura posta su terreno in pendenza si articola su nove livelli complessivi, che vanno dal livello basamentale, primo e più antico livello, al nono; al quarto livello si ha l'accesso alla parte di maggior pregio architettonico, che avviene dalla piazza del Duomo di Siena.

La superficie dei singoli piani varia considerevolmente, così come le altezze che restano comunque sempre notevoli; in genere si hanno comunque volumetrie di rilevante entità.

Al piano basamentale l'accesso avviene attraverso una "strada interna", una vera e propria strada medioevale che nei secoli è stata inglobata nel complesso; su questa strada affacciano vari locali di tipo museale, il futuro ristorante, i futuri negozi ed i "percorsi della Fede e della Peste", una serie di cunicoli scavati nell'arenaria e adibiti ad aree museali, unica zona dell'edificio completamente interrata.

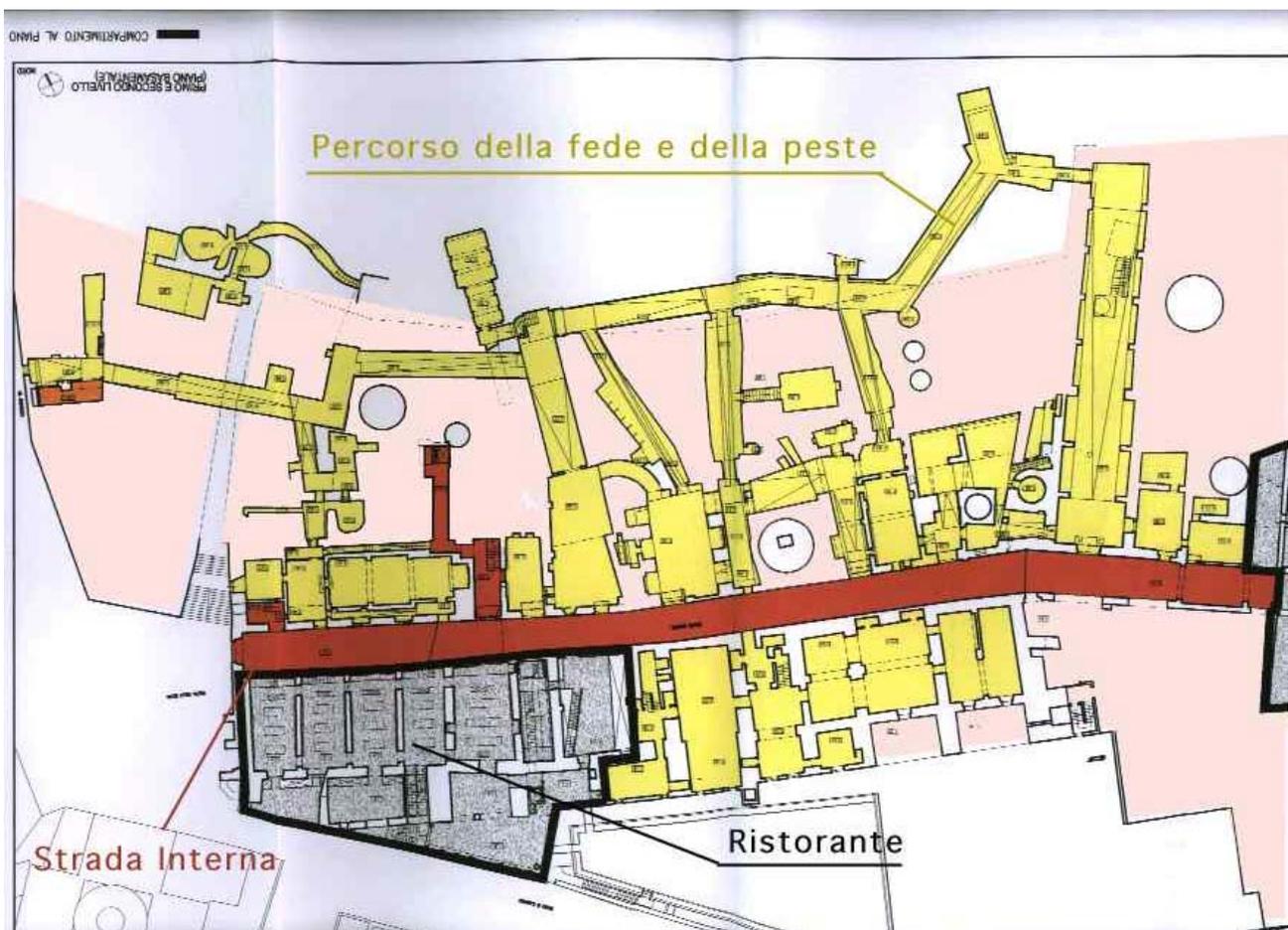


Foto 3 : La strada Interna ed il Percorso della fede e della peste

Relativamente alla possibile propagazione del fumo all'interno dell'edificio e della conseguente possibile non disponibilità di vie di esodo, sono stati studiati alcuni punti nodali del complesso difficilmente schematizzabili con l'uso di norme e tra questi proprio la "strada interna", i "percorsi della Fede e della Peste".

8. Cenni sulle cortine

La necessità di armonizzare le esigenze della sicurezza antincendio con quelle della tutela del patrimonio storico rappresentato dal Santa Maria della Scala ha portato ad una impostazione progettuale che ha privilegiato maggiormente le misure di protezione attiva rispetto a quelle di protezione passiva, pur essendo queste ultime previste dove le caratteristiche degli ambienti lo hanno consentito.

In particolare in casi in cui non è stato possibile inserire serramenti resistenti al fuoco di tipo tradizionale è stata valutata la possibilità di applicare barriere per il fumo costituite da cortine tagliafuoco.

Questo tipo di sistema è già da anni utilizzato in paesi quali la Gran Bretagna e Germania, mentre sta iniziando a diffondersi ora anche in Italia.

Ad oggi non esiste una norma europea armonizzata, che risulta peraltro alla stato di bozza (prEN 12101-1 dell'ottobre 2000 - Sistemi di controllo di fumo e calore - Parte 1 : specifiche delle barriere per il fumo) mentre il British Standard 7346, parte 3 -1990 stabilisce i requisiti essenziali del prodotto e le norme di installazione.

Alcuni tipi di prodotto realizzati in Germania risultano sottoposti a prove di resistenza al fuoco sulla base delle norme DIN 53857-1 per la resistenza allo strappo, DIN 4102-2/5 per la resistenza al fuoco, DIN 4102-2 curva tempo-temperatura.

L'obiettivo principale delle cortine tagliafuoco è di chiudere in caso di incendio le aperture ed evitare il passaggio dei prodotti caldi della combustione nell'ambiente vicino, attuando così un controllo degli effluenti gassosi all'interno di un edificio.

Le barriere al fumo possono trattenere fumi e gas caldi a temperature superiori a 600° C, ma non forniscono le stesse funzioni delle barriere al fuoco classiche, delle porte antincendio ecc. in quanto non garantiscono, se non a distanza (circa 1 m) dalla superficie non esposta della cortina, l'isolamento termico (temperature comprese tra 90° e 200° C circa).

Il vantaggio principale del sistema consiste nel fatto che non c'è bisogno di alcuna struttura pesante che rende difficile sia l'installazione che l'uso quotidiano dell'apertura, perché la chiusura si attua solo in caso d'incendio.

La cortina automatica tagliafuoco si compone di :

- Una cortina arrotolata su di un albero contenuto in un cassonetto metallico
- Un'asta metallica di chiusura inferiore
- Profili guida laterali con dispositivi che evitano la fuoriuscita della cortina
- Una stazione di rivelazione fumi ed una stazione di comando.

Il caso d'incendio il sistema di comando provvede alla chiusura automatica e la cortina si srotola o per peso proprio (*gravity fail safe*) o grazie ad un motore.

L'asta inferiore di chiusura scorre con la cortina nei profili laterali dotati di speciali guarnizioni a labirinto per impedire la diffusione dei fumi.

Le cortine sono realizzate in tessuto ad alta densità di fibre di vetro con uno speciale rinforzo in filamenti metallici e, su entrambe le facce, una spalmatura resistente agli agenti atmosferici.

9. Ipotesi di progetto sulla base degli obiettivi prefissati

Relativamente alle aree sopra indicate, di difficile analisi utilizzando le vigenti norme, si è deciso di ricorrere all'approccio prestazionale come strumento di verifica di ipotesi progettuali già sufficientemente delineate sulla base dell'esperienza.

Le ipotesi di progetto assunte, nel seguito meglio precisate, erano che le vie di esodo (ed in particolare la strada interna) dovessero risultare libere dal fumo per una altezza almeno di 1,80/2,00 m , in modo da assicurare comunque l'esodo come un luogo sicuro (con l' esclusione, ovviamente, del locale dove si sviluppa l'incendio per il quale è comunque ipotizzabile un rapido esodo, anche grazie alla presenza di un impianto di rilevazione incendi esteso a tutti gli ambienti).

10. Cenni sul CFAST

La Normativa Italiana non affronta organicamente la problematica dei fumi in caso di incendio .

Tale argomento risulta solo marginalmente trattato, ad esempio, nella regola tecnica di cui al D.M. 19/08/96 relativo ai locali di pubblico spettacolo: per la scena si fa riferimento, in modo generico, a "sistema di evacuazione di fumi e calore", mentre ulteriore semplice richiamo ad "efficaci sistemi di smaltimento dei fumi" è presente all'art. 2.3.2 punto "i" con riferimento alla classe di reazione al fuoco dei materiali.

La UNI 9494 fornisce indicazioni per gli EFC (evacuatori di fumo e di calore), ma non vi sono riferimenti per particolari geometrie o per la ventilazione meccanica.

Esiste invece, a livello internazionale, un esteso interesse di studio rivolto alla comprensione dei fenomeni connessi con l'evento incendio : questo ha portato a vari standard di origine soprattutto anglosassone sulla diffusione dei fumi , ed anche allo studio e sviluppo di vari programmi di calcolo tendenti a simulare e verificare i più diversi aspetti : la propagazione delle fiamme, la diffusione dei fumi, l'efficienza dei sistemi di spegnimento automatici, l'intervento dei sistemi di rivelazione ed allarme.

L'approccio della "fire engineering" e cioè della progettazione supportata da simulazioni e valutazioni prestazionali di scelte alternative, va coinvolgendo in misura sempre più rilevante la prevenzione incendi.

Già nell'ambito delle NFPA viene fatto espresso riferimento a tali strumenti, mentre laboratori specifici o Centri di ricerca dedicano risorse per la sperimentazione diretta e lo sviluppo di programmi di simulazione.

Tra questi ultimi il "Building and Fire Research Laboratory" (BFRL) del NIST (National Institute of Standards and Technology - Gaithersburg, MD, USA) ha sviluppato negli anni vari programmi di simulazione del tipo "zone models" oltre a più recenti formulazioni, dette "field models", basate sulla fluido-dinamica e tecniche di realtà virtuale, di prossima diffusione.

Tra i primi, i cosiddetti "modelli a zone", si possono citare FIRST (Fire simulation Technique), FIREFORM, FPTETOOL, CFAST (Consolidated Fire Advanced Simulation Technique).

Di questi CFAST viene da più parti indicato come l'attuale "stato dell'arte".

Si tratta di un modellatore del tipo detto a zone (zone model) nel quale ogni ambiente viene suddiviso in due zone : zona superiore interessata dai fumi e zona inferiore non inquinata ("upper layer" e "lower layer").

Questa semplificazione ipotizza costanti le caratteristiche dell'aria (fumi, gas, ossigeno, ecc.) in ciascun strato (layer) e quindi ben si presta ad una "approssimata" comprensione dei fenomeni prescindendo dalla definizione punto per punto delle caratteristiche chimiche e termodinamiche.

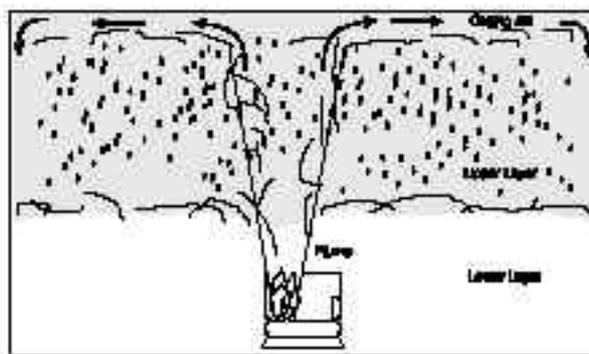


Figure 1. Zone Model Terms.

Tale modellatore, in sintesi, è in grado di gestire sistemi complessi composti da più ambienti, con più fuochi presenti anche in ambienti diversi, valutando la composizione chimica dell'aria nei vari ambienti, considerando le aperture di comunicazione presenti, l'effetto di aperture a soffitto, a parete e a pavimento, la presenza di sistemi di spegnimento automatico e di rivelazione, l'azione di sistemi di ventilazione meccanica.

Risulta in uso da più anni e testato anche con riferimento a casi reali dei quali si è rilevato in grado di riprodurre con efficacia e buona rispondenza l'andamento dei fenomeni.

Gli stessi autori, nella descrizione del programma, riportano come gli algoritmi utilizzati non derivino da "interpretazioni", ma direttamente da leggi fisiche e siano stati approfonditamente controllati per assicurare la accuratezza delle procedure.

Ovviamente trattasi di "modello", definizione che ha insita la caratteristica di "semplificazione" : non sarebbe necessario un "modello" (peraltro tipico concetto ingegneristico) se non fosse necessario trattare fenomeni di così elevata complessità.

Quindi l'utilizzo del modellatore deve essere attento e mirato, tenendo ben presenti i fenomeni fisici e gli assunti di partenza, ma può risultare molto utile per evidenziare e comprendere i meccanismi di funzionamento di base (non

sempre così evidenti o facili da sintetizzare ed intuire), così come per avvalorare soluzioni progettuali già ipotizzate sulla base dell'esperienza e della buona tecnica.

11. Verifica delle ipotesi con l'utilizzo del CFAST

Sulla base di quanto sopra riportato si è ritenuto utile utilizzare questo modellatore (CFAST) per affrontare la problematica relativa alla diffusione dei fumi nella fase di pre-flash Over, con particolare riguardo ad alcune zone nodali del complesso.

In un locale con presenza di pubblico risulta necessario assicurare condizioni interne, in caso di incendio, che consentano alle persone di lasciare rapidamente l'edificio e quindi sicuramente:

- Temperature limitate
- Basse concentrazioni di gas
- Sufficiente ossigeno
- Visibilità non limitata dai fumi

In particolare tali condizioni vanno mantenute lungo i percorsi di esodo che devono subire il minimo coinvolgimento possibile nell'evento incendio.

Quindi occorre fare in modo che i fumi non invadano tali percorsi (o che ciò avvenga in modo molto limitato) e che negli stessi vi sia aria respirabile.

Va valutata inoltre la problematica delle squadre di soccorso.

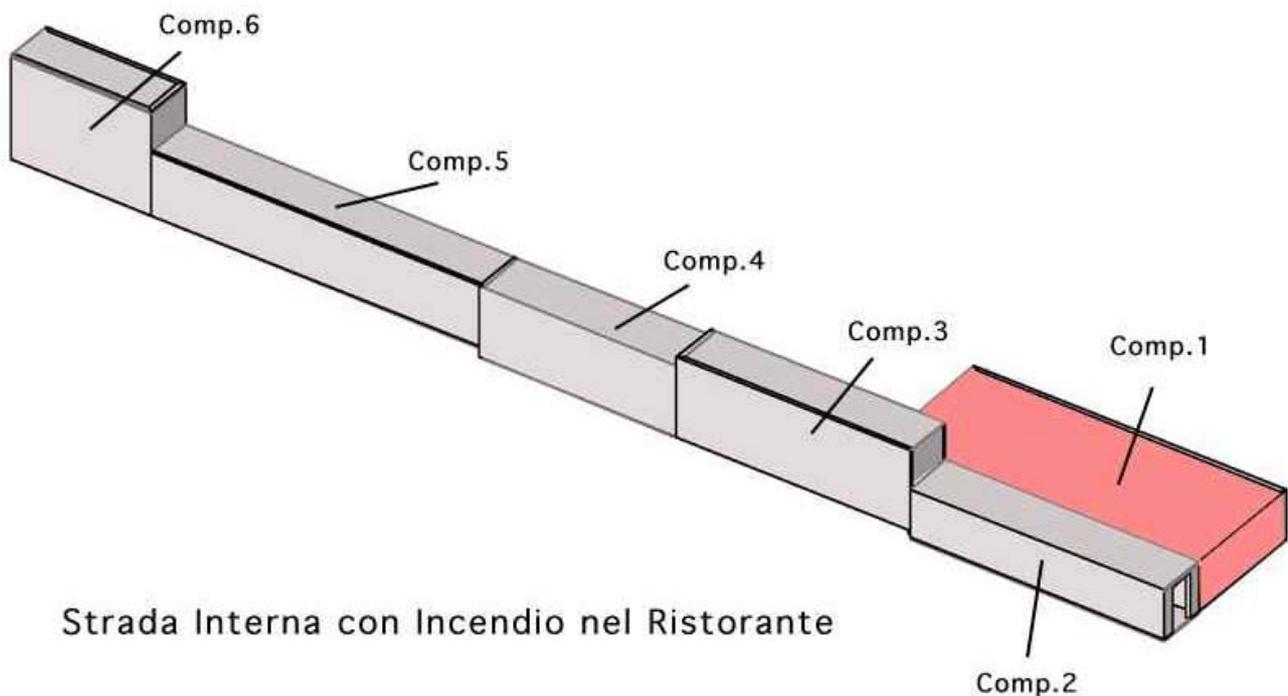
Il locale interessato dal fuoco risulta sgombro dal pubblico dopo pochi minuti, ma successivamente è necessario assicurare la possibilità di intervento in sicurezza delle squadre.

Esempio: Strada interna con incendio nel ristorante

Lo schema adottato simula l'andamento in salita della strada interna discretizzando i salti di quota; l'intradosso della copertura della strada interna rispetta la realtà, così come le dimensioni delle aperture di comunicazione presenti (altezza di imposta dell'apertura, geometria ecc.).

Nel caso delle aperture verso l'esterno presenti nella parte più alta della strada è stata rispettata l'altezza media di imposta (si tratta di archi) e la superficie.

L'incendio avviene in un compartimento che simula il ristorante, trascurando a favore di sicurezza il volume delle altre sale comunicanti.



Tra le tipologie di incendio schematizzate dal CFAST e disponibili nel simulatore (lento, medio e veloce) è ipotizzabile per questo ambiente un incendio lento, dato la tipologia di carico di incendio presente; comunque si è svolta l'elaborazione anche per l'incendio medio e veloce.

L'obiettivo era verificare che l'incendio nel compartimento costituito dal ristorante non possa in alcun caso provocare un afflusso di fumo nella strada interna tale da far scendere il livello della zona libera al di sotto di 1,80/2,00 mt. In tali condizioni la strada interna costituisce luogo sicuro dinamico.

12. Il code NFPA 914 “Fire protection of Historic structures”

In questo paragrafo si fornisce un'illustrazione schematica e, necessariamente, non completa della norma NFPA 914 – *Code for fire protection of historic structures – 2001 edition*, che fornisce alcune indicazioni che gli autori ritengono di interesse per coloro che esaminano la sicurezza degli edifici e delle risorse culturali in genere secondo l'approccio prestazionale. La NFPA 914 è articolata secondo il seguente indice:

- prescrizioni amministrative
- riferimenti
- definizioni
- processo
- opzione del processo prescrittivo
- opzioni del processo prestazionale
- misure di sicurezza durante le fasi di restauro, ristrutturazione e modifica
- verifiche ed ispezioni
- misure gestionali
- eventi particolari
- gestione dei sistemi
- appendici.
-

Nell'ordine appena illustrato si rileva la consueta articolazione delle norme della NFPA. A questo proposito, quindi, non è particolarmente significativo esaminare tutte le sezioni del documento, ma solo quelle significative nei riguardi della sicurezza dei beni. In particolare, tali riferimenti possono essere rintracciati nelle sezioni 5, 6, 7, 9 e 10, circa le quali si propongono, nel seguito, alcune considerazioni. È bene precisare che lo scopo del documento è quello di provvedere alla protezione contro l'incendio degli edifici storici e delle persone in essi presenti proteggendo elementi, spazi, e caratteristiche che rendono tali strutture significative. In altre parole, quindi, si cerca di proteggere i manufatti anche dall'invasività delle misure di sicurezza. In particolare, tali scopi possono essere sintetizzati:

- fornire sistemi di protezione e di tutela della vita dagli effetti dell'incendio;
- mantenere il tessuto storico e l'integrità dell'edificio.

In tutte le parti successive del documento tali obiettivi sono costantemente richiamati, tenendo conto che si fornisce nei punti 1.3.1 e 1.3.2 una loro ulteriore precisazione.

Capitolo 5 - Opzione del processo prescrittivo (Prescriptive-based option)

In questo paragrafo si richiama l'attenzione sulla necessità di dare attuazione alle misure di tipo prescrittivo vigenti, anche secondo i criteri della sicurezza equivalente. A questo scopo, inoltre, si elencano (punto 5.2) i criteri per valutare l'adozione di misure alternative.

Capitolo 6 - Opzione del processo prestazionale (Performance-based option)

L'applicazione del processo prestazionale è sicuramente quella che fornisce le indicazioni più interessanti, data la mancanza di una specifica esperienza in questo senso tra i professionisti in Italia.

Il paragrafo 6, premettendo che lo scopo dello studio prestazionale è quello adottato per l'intero documento, specifica immediatamente che la fonte dei dati utilizzati nelle verifiche deve essere sempre identificata e che tali dati devono essere caratterizzati da un grado di conservatività e devono essere giustificati.

L'approccio prestazionale, seguendo il criterio adottato per le strutture diverse da quelle storiche, deve cercare di rispettare le norme prescrittive esistenti, soprattutto per le parti relative, ai sistemi di protezione ed alle vie di esodo.

Seguendo uno schema ormai consolidato nell'approccio prestazionale, prima di esaminare analiticamente l'edificio, si chiede di evidenziare tutti i dati di input che avranno un effetto diretto sull'evoluzione degli incendi nei differenti scenari ed anche quelli che possono condizionare il comportamento delle persone. Deve quindi essere svolta una identificazione esplicita delle caratteristiche edili dell'edificio, delle caratteristiche degli impianti e delle persone presenti, queste ultime considerate secondo gli aspetti di conoscenza dei luoghi, grado di addestramento, capacità sensoriale ed ovviamente numero.

L'elemento di maggiore interesse nell'intera norma NFPA 914, peraltro, è l'identificazione degli scenari rispetto ai quali deve essere svolta la verifica dell'edificio. Questi scenari sono gli otto, che costituiscono il numero minimo di situazione che la NFPA 101 prevede per l'analisi prestazionale. Nel caso delle risorse culturali, a questi otto scenari se ne associano altri quattro che, modellati sulla base di alcuni del primo gruppo, sono destinati a evidenziare l'esposizione

del materiale agli effetti dell'incendio. A questo scopo si specifica che ogni scenario deve essere estremo ma realistico. In relazione alle caratteristiche dell'edificio, inoltre, gli scenari devono indicare:

- posizione iniziale dell'incendio;
- valori iniziali della produzione di fumo e di calore;
- caratteristiche dei materiali presenti, dell'intervento umano e degli impianti.

In particolare, nella norma NFPA 914, nell'esame degli scenari devono essere affrontati sia gli aspetti di sicurezza delle persone (parte A) che di salvaguardia dei beni (parte B). tali scenari sono otto, identificati in modo da consentire di individuare tutti i possibili rischi provenienti da ambienti presidiati e non presidiati.

- **Scenario 1** - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa durante una fase normale dell'attività. Nella definizione delle condizioni rappresentative dovranno essere prese in considerazione specificamente:
 - le attività delle persone presenti;
 - il numero e la posizione delle persone presenti;
 - la dimensione dei locali, il tipo e la quantità di mobilio, dei rivestimenti e del materiale contenuto nell'ambiente;
 - le proprietà del combustibile presente;
 - le fonti di innesco;
 - le condizioni di ventilazione;
 - il primo oggetto ad essere incendiato e la sua posizione.
- **Scenario 2** - Questo scenario descrive un incendio che si sviluppa con la combustione di un materiale con curva di crescita ultra veloce, ubicato nella via di esodo più importante. Le porte interne all'inizio dell'incendio sono aperte. In particolare:
 - Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi di esodo delle persone. Infatti, in considerazione del fatto che l'incendio riduce il numero di vie di esodo disponibili, dovrà essere valutata la disponibilità ed efficacia dei sistemi di esodo alternativi.
 - Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio con specifica attenzione ai problemi determinati dagli effetti di una rapida propagazione dell'incendio sui beni da proteggere, sulle finiture interne e sui componenti strutturali.
- **Scenario 3** - Questo scenario descrive un incendio che ha inizio in un locale in cui normalmente non sono presenti persone ma che, per la sua posizione, può mettere in pericolo un grande numero di persone presenti in un altro locale dell'edificio.
 - Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che ha inizio in una stanza in cui normalmente non sono presenti persone e che migra verso l'ambiente che può contenere il più grande numero di persone nell'edificio.
 - Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che partendo da un locale non occupato può crescere e mettere in pericolo la zona di maggiore interesse per i beni presenti
- **Scenario 4** - Questo scenario descrive un incendio che ha origine in una intercapedine o in un controsoffitto adiacente ad un locale di dimensioni rilevanti in cui sono presenti persone.
 - Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che ha origine in una intercapedine che non è protetta né da un sistema di rilevazione né di soppressione e che si propaga nell'ambiente all'interno dell'edificio che può ospitare il maggior numero di persone.
 - Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che, partendo da un locale in cui non sono presenti persone che non è protetto né da sistema di rilevazione né di soppressione, può crescere e mettere in pericolo la zona di maggiore interesse per i beni presenti.
- **Scenario 5** - Questo scenario descrive un incendio di un materiale con curva di crescita lenta rallentato dai sistemi di soppressione, in adiacenza ad una zona con affollamento.
 - Parte A: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che parte da un innesco relativamente piccolo ma che causa un incendio rilevante.
 - Parte B: questo scenario particolare deve riguardare la simulazione dell'incendio che parte da un innesco relativamente piccolo ma che causa un incendio rilevante che può mettere tutta l'area di maggiore interesse per i beni presenti a rischio a causa del ritardo nell'attivazione della soppressione.
- **Scenario 6** - Questo scenario descrive un incendio intenso, dovuto al maggior carico di incendio possibile nelle normali operazioni svolte nell'edificio. Si riferisce ad una crescita rapida in presenza di persone.

- **Scenario 7** - Questo scenario rappresenta l'esposizione ad un incendio esterno. Si riferisce ad una combustione che inizia in una zona distante dall'area interessata alla valutazione e che si propaga nell'area oppure ne blocca le vie di esodo o rende al suo interno non sostenibili le condizioni.
- **Scenario 8** - Questo scenario descrive un incendio che ha origine nei combustibili ordinari oppure in un'area o stanza con sistemi di protezione (attivi o passivi) messi uno alla volta fuori uso. Questo scenario valuta l'evoluzione dell'incendio in relazione ai singoli sistemi di protezione o prodotti, considerati singolarmente non affidabili o non disponibili.

Anche per l'esecuzione dei calcoli il documento non si discosta dagli standard che l'NFPA usualmente segue per la descrizione delle fasi dell'approccio ingegneristico.

Il capito 7 è dedicato alle operazioni di cantiere che si svolgono negli edifici culturali. Tali operazioni, si ricorda, sono quelle che più mettono a rischio il patrimonio stesso, anche perchè negli edifici antichi costituiscono operazioni non eccessivamente rare, come la serie di incendi che ha danneggiato il patrimonio in Italia ci ricorda.

Tra le principali precauzioni indicate in questo paragrafo si segnalano la separazione delle zone di lavoro dal resto dell'edificio, la realizzazione di sistemi di protezione provvisori e la strettissima norma che impone la presenza di un servizio di sorveglianza continuo in caso di disattivazione dei sistemi di protezione per periodi di durata superiore a 4 ore. Quest'ultima misura, che appare essere tanto severa quanto utile, soprattutto alla luce di eventi che hanno severamente danneggiato il patrimonio storico italiano negli ultimi anni, sembra sia stata da ultimo recepita nei lavori di ammodernamento del Teatro alla Scala di Milano.

Un'ulteriore sezione della norma è dedicata all'organizzazione di eventi speciali, definiti come le attività diverse da quelle svolte quotidianamente nell'edificio. Anche per questo caso, che riguarda una casistica abbastanza ampia e frequente di attività che interessano i beni culturali, la norma molto accortamente prevede delle misure procedurali e di protezione ad hoc.

Nelle appendici alla norma sono forniti, inoltre, alcuni dei dati disponibili sul comportamento all'incendio dei materiali e dei sistemi, per il loro eventuale uso nelle valutazioni di carattere prestazionale.

13. Conclusioni

L'Italia presenta un patrimonio storico-artistico di inestimabile valore ed unico al mondo in termini sia di qualità che di numero di beni presenti.

E' in moltissimi casi importante, per il mantenimento stesso dei beni, riuscire a realizzare delle destinazioni d'uso che possano garantire, anche in termini economici, la "compatibilità" del recupero dell'edificio tutelato; a questo proposito sempre più si rende necessario cercare di inserire varie attività negli edifici monumentali.

E' quindi estremamente importante approfondire le occasioni di studio sulla problematica della sicurezza in questi particolari ambienti, consci che difficilmente una normativa potrà prevedere delle indicazioni direttamente applicabili in questi particolarissimi contesti, come quello trattato ma anche come molti altri.

Si tratta di passare, pur con tutte le incertezze presenti e che comunque rendono l'approccio al problema estremamente cauto, da un progetto eseguito sulla base di norme deterministiche, ad analisi del rischio approfondite caso per caso e anche, problematica non affrontata in questo contesto ma assolutamente cruciale, ad una corretta gestione delle diverse attività presenti che permettano, in piena sicurezza, una maggiore "utilizzabilità" del bene storico-artistico.

Molto resta da fare e nonostante l'esistenza di utili strumenti come la NFPA 914 la speranza è che in questo settore l'Italia riesca a crearsi un "peso" internazionale che permetta uno sviluppo normativo a livello Europeo che tenga conto della particolarità del patrimonio italiano, una importantissima risorsa da utilizzare.

14. Bibliografia

- NFPA 914 – Code for fire protection of historic structures – 2001 edition
- NFPA 909 – Code for the protection of cultural resources – 2001 edition
- SFPE Engineering guide to performance-based fire protection analysis and design of buildings – 2000 Edition
- G. Guarnerio, R. Nelva - Conservazione degli edifici storici: vincoli di normativa e sicurezza antincendio – Alinea Editrice Firenze 2001
- Beni culturali – Edizioni di Legislazione Tecnica – Roma 1999