

Protezione dell'acciaio

Non brucia, ma perde la sua capacità portante e crolla. Una rassegna di prodotti e sistemi per la prevenzione passiva

Elena Lucchi

L'acciaio è un materiale dotato di straordinarie caratteristiche tecniche ed estetiche che hanno favorito la crescente diffusione nel campo dell'edilizia e dell'architettura. Il ciclo di vita di un fabbricato in acciaio è notevolmente più lungo rispetto a quello di un edificio tradizionale. Inoltre, grazie alle moderne tecniche di verniciatura e zincatura, l'acciaio mantiene inalterate le proprietà lungo l'intero ciclo di vita.

Comportamento al fuoco

L'acciaio è un materiale incombustibile, non rilascia fumo o gas tossici, ma le sue

caratteristiche meccaniche decrescono con l'aumentare della temperatura: una struttura sottoposta all'azione dei carichi statici e all'incendio perde la sua capacità portante e, dopo un certo tempo, crolla. La temperatura critica delle strutture in acciaio di più comune impiego è compresa tra i 350°C e i 600°C. L'aumento termico all'interno degli elementi strutturali dipende da alcuni parametri fondamentali, quali: il salto termico tra le condizioni dell'ambiente incendiato e l'elemento; il coefficiente di trasmissione del calore K, che considera la quantità di energia trasmessa; il fattore di massa S/V (o fattore di

forma del profilo), che esprime il rapporto tra la superficie effettivamente esposta al fuoco e il suo volume. Il fattore di sezione deve essere calcolato considerando l'effettiva superficie attraverso cui avviene lo scambio termico e, quindi, è diverso in relazione al posizionamento dell'elemento (totale o parziale esposizione al fuoco) e al tipo di protezione realizzata (in aderenza, scatolare, ecc.). Il decadimento meccanico delle strutture è descrivibile nel seguente modo:

- Riduzione della resistenza a rottura;
- Riduzione della resistenza allo snervamento;
- Riduzione del modulo di elasticità.

Classi di resistenza al fuoco

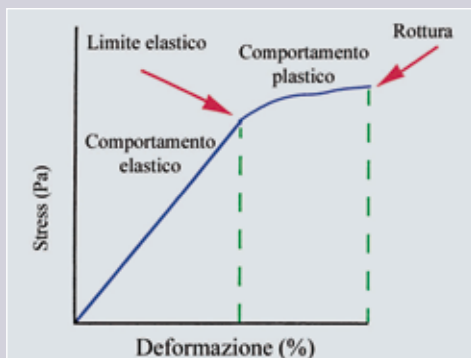
La classe di resistenza al fuoco indica il tempo dopo il quale l'elemento, sottoposto a prova di fuoco in forno, non soddisfa più alle esigenze funzionali alle quali deve rispondere. Per l'acciaio, l'indice si calcola attraverso i seguenti metodi:

- Metodo sperimentale: prevede la sperimentazione in forno dei rivestimenti protettivi, simulando il comportamento in caso d'incendio del materiale;
- Metodo tabellare: gli spessori di protezione ammissibili per le strutture in acciaio sono determinati attraverso tabelle di calcolo riportate nella legislazione vigente;
- Metodo analitico: prevede l'uso di un metodo di calcolo analitico in funzione della capacità portante dei singoli elementi in acciaio sottoposti all'incendio normalizzato.

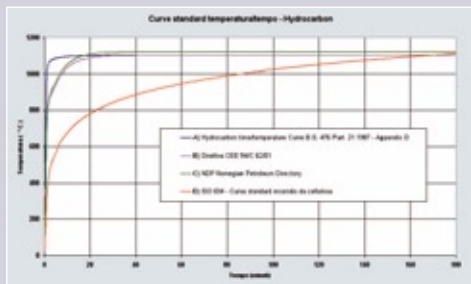
Misure di protezione passiva

I sistemi passivi di protezione dell'acciaio si dividono in:

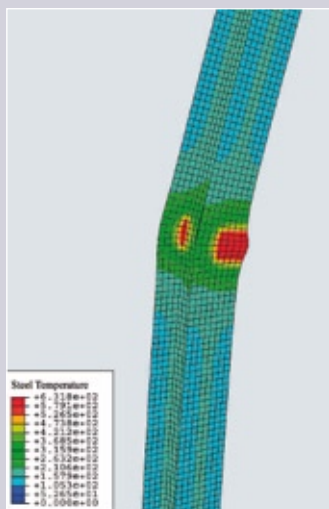
- Vernici intumescenti;
- Pannellature in gesso rivestito;
- Pannelli antincendio;



Comportamento dell'acciaio



Curve standard temperatura / tempo - Hydrocarbon



Rappresentazione grafica del comportamento di un elemento strutturale in acciaio sottoposto all'azione del fuoco. La parte di colore rosso indica l'innesto di un degrado irreversibile. L'immagine è stata elaborata da ETH Institute of Structural Engineering di Zurigo.

- Coppelle per tiranti;
- Coppelle per impianti tecnici;
- Prodotti a spruzzo.

Vernici intumescenti

I prodotti intumescenti intervengono sul rivestimento degli elementi portanti, aumentando la resistenza delle strutture prima di raggiungere la temperatura di collasso. Esistono due categorie principali di vernici intumescenti per la protezione dell'acciaio: le vernici mono-componenti in emulsione acquosa e le vernici bi-componenti epossidiche. Le prime sono adatte per la protezione al fuoco di strutture in acciaio, mentre le seconde per le strutture in ferro, acciaio e alluminio inserite in condizioni ambientali aggressive e caratterizzate da curve di fuoco severe. In entrambi i casi, sotto l'azione del fuoco, formano uno strato carbonioso isolante espanso che protegge il substrato metallico, moltiplicando fino a 100 volte lo spessore originale del film. Le vernici garantiscono l'ottima adesione al supporto e una buona resistenza meccanica. In alcuni casi, sono disponibili anche prodotti privi di emissioni di composti organici volatili (VOC) adatte per ambienti sterili, come ospedali e scuole. La Direttiva 2004/42/CE, infatti, pone forti limitazioni all'emissione di sostanze volatili da parte dei prodotti vernicianti. I prodotti possono essere applicati a pennello, a spruzzo con sistema misto aria o con sistema airless. Le applicazioni a pennello devono prevedere almeno due strati incrociati di verniciatura, mentre per le applicazioni a spruzzo, a causa dell'alta viscosità, si raccomanda il preriscaldamento dei componenti e la miscelazione diretta in testa all'ugello con miscelatore statico. In ogni caso, è necessario rimuovere ogni traccia di grasso, di ruggine o di strati di incoerenti. L'acciaio arrugginito o corrosivo deve essere carteggiato, sabbiato e adeguatamente primerizzato con primer compatibili con la vernice intumescente prescelta. Gli spessori e le relative classi di protezione sono indicati nei rapporti di prova realizzati secondo le prove normalizzate della Circolare 91

del 1961. Con i nuovi decreti la norma di riferimento è la norma ENV 13381 "Test method for determining the contribution to the fire resistance of structural members". Lo spessore da applicare deve essere calcolato in funzione dei fattori di massività delle singole strutture, dal grado di sollecitazione (temperatura critica), dal tipo di profilo e dal grado di protezione (classe R) che si vuole ottenere. I prodotti devono essere corredati da un'adeguata certificazione di tipo sperimentale, analitico o tabellare firmata da un professionista abilitato (D.M. 4 maggio 1998).

Pannellature in gesso rivestito

L'impiego dei sistemi in gesso rivestito rappresenta in moltissimi casi una soluzione eccellente grazie alle proprietà fisico-chimiche del gesso (il solfato di calcio è indicato nell'Allegato C del D.M. 10 marzo 2005 tra i materiali che, senza l'onere di alcuna prova, appartengono alla classe di reazione al fuoco A1) e del rivestimento delle lastre realizzato con cartone a basso

potere calorifico superiore o in velo-vetro. Ciascuna molecola di CaSO₄ contenuta nelle lastre di gesso rivestito è legata a due molecole di acqua il cui lento rilascio durante l'esposizione al fuoco impedisce il brusco innalzamento della temperatura del supporto e della struttura immediatamente retrostante il pannello durante le fasi di innesco e propagazione. La presenza di additivi all'interno del cuore di gesso, in particolare vermiculite e fibre di vetro, consentono di ritardare il distacco del rivestimento protettivo dovuto al naturale processo di calcinazione del gesso durante l'incendio. Queste importanti proprietà nel campo della protezione al fuoco sono rese evidenti nella Norma UNI 9502 ("Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso") che indica in 1,8 cm lo spessore di conglomerato cementizio necessario ad "esercitare lo stesso grado di protezione" di 1,0 cm di gesso. Nei casi di riqualificazione alle attuali

Pittura intumescente



La Pittura IW120 è una pittura intumescente bianca idrodiluibile studiata e formulata per la protezione di strutture di acciaio per incrementarne la resistenza al fuoco. In caso di incendio, infatti, a partire da temperature di 200/250 °C, la pittura sviluppa sulla superficie trattata uno strato di schiuma (intumescente) molto compatto e di notevole spessore che diminuisce notevolmente la trasmissione del calore nei materiali, ritardandone l'innalzamento della temperatura e la perdita delle capacità portanti. Il

metodo migliore per l'applicazione prevede l'utilizzo di una pompa airless o aircoat senza filtri con ugelli da 30-31 con rapporto di compressione minimo 45. (CAP Arreghini Prodotti Vernicianti)

La linea di prodotti Barrier (all'acqua e al solvente) è nata per risolvere il problema della protezione passiva dall'incendio delle strutture. Le pitture intumescenti creano una barriera termoisolante che impedisce e ritarda il riscaldamento. La loro proprietà è di non incendiarsi, resistere alla fiamma e non propagarla, grazie ad un processo di autoespansione o intumescente. Le strutture sottostanti rimangono così inalterate. (Impa)



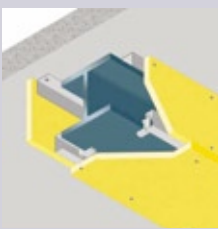
Sprayfilm WBII è un prodotto verniciante intumescente a base d'acqua, per la protezione contro il fuoco di strutture in acciaio, calcestruzzo e di elementi di compartimentazione in muratura. Totalmente inodore e sicuro per l'uomo, Sprayfilm WBII è pronto all'uso e adatto per l'utilizzo in ambienti interni. Applicabile sia a mano (con rullo o pennello) sia a spruzzo, grazie alle sue proprietà ecologiche Sprayfilm WBII viene utilizzato come protettivo contro l'azione del fuoco sia in ambiti industriali sia in edifici civili. (Perlite)

disposizioni di legge in materia di protezione passiva, ad esempio di elementi strutturali in acciaio, un rivestimento di adeguato spessore con lastre specifiche, consente, contemporaneamente, di ridurre la massività del profilo (intesa come rapporto tra la superficie di scambio termico ed il volume dell'elemento) e di intervenire sulla conducibilità del calore che nei metalli "scoperti" risulta altrimenti elevatissima. Valutazioni di tipo analitico su strutture in acciaio con il metodo semiprobabilistico allo stato limite utilizzando protezioni in lastre di gesso rivestito possono essere eseguite da tecnici antincendio abilitati mediante la UNI9503 ("Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi in acciaio"); noto lo stato tensionale si procede all'individuazione del grado di utilizzazione dell'elemento da proteggere rispetto allo stato ultimo, s'individua quindi il fattore di massività e infine, mediante un'equazione di bilancio energetico, il tempo entro cui viene raggiunta la temperatura critica. Il gesso rivestito ha inoltre un vantaggio tipico: è una tecnologia di largo e generalizzato utilizzo per tutto l'involucro interno, che può essere caratterizzata e dimensionata ad hoc per assumere, dove serve, anche la prestazione antincendio. In altre parole si possono creare controsoffitti, contro-pareti e quant'altro, che, per esempio, attorno ai pilastri in acciaio assumono dimensionamento maggiorato, profili di maggior spessore, etc, a seconda della classe dell'edificio.

Pannelli antincendio

Le lastre antincendio sono pannelli in materiale non infiammabile e privo di amianto da applicare come rivestimento delle strutture portanti in acciaio (travi, pilastri e profili metallici). I pannelli, generalmente, sono realizzati in cartongesso e possono essere tagliati su misura direttamente in cantiere, considerando le varie tolleranze di installazione. Sono poi ancorati al materiale tramite opportuni

Lastre protettive



Le lastre Fireguard garantiscono un elevato isolamento termico in caso di incendio, rendendole adatte in tutti i casi in cui è necessaria una protezione antincendio passiva, specialmente a nei confronti di strutture metalliche. Costituite da silicati e solfati di calcio e esenti da amianto, le lastre Fireguard sono prodotte per laminazione con controllo dell'essiccazione in stabilimento e sono incombustibili (classe zero). Le lastre possono essere fissate mediante fissaggi meccanici (viti o chiodi) o mediante un collante idoneo a base cementizia denominato Firemix. (Global Building)

Intonaci ignifughi

Igniferro è un intonaco ignifugo composto esclusivamente da materiali inerti e naturali che lo rendono non degradabile e inalterabile nel tempo. Tali componenti, esposti alle fiamme, non danno origine a esalazione tossiche, non contengono amianto né altri prodotti nocivi, non procurando quindi alcun danno per la salute. Igniferro viene applicato su strutture metalliche garantendone la stabilità, in caso di incendio, da 120 a 180 minuti. (Maxfor)



dispositivi ignifughi di fissaggio. Per migliorare la qualità delle superfici nei rivestimenti a segmenti circolari, si può utilizzare un intonaco minerale con armatura a rete su tutta la superficie o un rivestimento in lamiera metallica.

Le lastre si caratterizzano per la facile lavorabilità con attrezzi da falegnameria e la forte duttilità (possono assumere le forme geometriche più svariate). I pannelli rigidi di lana di roccia di varie densità sono utilizzati per l'isolamento ignifugo e termico delle costruzioni. Le fibre di roccia sono unite con il minimo utilizzo di collanti per aumentare la resistenza termica dei pannelli. I sistemi sono ideali per pareti antincendio, porte e protezione di pannelli elettrici.

Di recente sono stati immessi sul mercato le lastre composte da un blend di fibre organiche con spiccate resistenze alle alte temperature, adatte per proteggere dal fuoco le paratie o i setti separatori in acciaio. I pannelli a base di cariche inorganiche e fibre di cellulosa sono caratterizzati da elevate resistenze meccaniche e sono adatti anche per realizzare il taglio termico di strutture soggette a elevati carichi di compressione, ma non devono mai essere esposti direttamente alla fiamma. I pannelli rigidi composti da cariche lamellari inorganiche e resine siliconiche, invece, sono idonei per protezioni ad

alte temperature ed esposizioni dirette alla fiamma.

Coppelle per tiranti

Il recupero dell'archeologia industriale richiede una particolare protezione contro l'incendio. Prima dell'avvento delle tecniche di precompressione del calcestruzzo, infatti, era ampiamente diffusa la tipologia costruttiva di capannoni industriali con copertura in laterizio. Per avere grandi luci, si costruivano volte ad arco spingenti e, per contrastare lo sforzo trasmesso dalla copertura alle pareti laterali, si faceva ricorso a tiranti in acciaio, che mantenevano le tensioni entro valori ammissibili per la muratura di appoggio. I tiranti, tuttavia, sono estremamente vulnerabili all'azione dell'incendio: l'acciaio, al superamento della temperatura critica di 350°C, perde rapidamente le proprie caratteristiche meccaniche mentre a 500-550°C collassa portando al crollo della struttura. Il fenomeno è repentino a causa dell'elevata conduttività del materiale e della limitata inerzia termica delle sezioni impiegate. Per proteggere dall'azione del fuoco le tiranterie metalliche si possono utilizzare coppelle capaci di impedire il raggiungimento della temperatura critica. Il materiale impiegato deve possedere un grado di resistenza al fuoco di durata uguale o superiore alla classe della struttura da proteggere (60-120).

Le coppelle possono essere composte da feltro di fibre a base di ossidi alcalino terrosi e gel superisolante con alluminio, da polistirene espanso sintetizzato a celle chiuse RF in EPS oppure da una miscela a base di silicati che creano un impasto con densità di circa 300 Kg/m² a materiale essiccato. In tutti i casi, sono rivestite con un guscio di lamiera zincata o pre-vermicciata, alluminio o acciaio inox. La lamiera deve essere chiusa secondo le esigenze tecniche mediante una graffa metallica, delle viti autofilettanti o con un filo in acciaio.

Coppelle per impianti tecnici

Esistono anche particolari coppelle da impiegare direttamente come canali di aerazione o di pressurizzazione di filtri a tenuta di fumo con una resistenza al fuoco REI I 20. I prodotti, generalmente, sono

composti da feltro a base di fibre minerali non bio-persistenti, specificatamente studiato per garantire la massima protezione al fuoco e il minimo peso e spessore possibile. Sono additivati con resine e protetti in esterno con un tessuto di vetro antipolvere. I sistemi possono essere utilizzati per proteggere le condutture di adduzione del gas (metano o GPL), i canali di aerazione, le condutture dell'impianto idrico antincendio ed elettrico, le linee elettriche dorsali, le alimentazioni privilegiate degli ascensori e delle colonne montanti al servizio di sale operatorie e di stazioni di pompaggio.

Prodotti a spruzzo

In commercio esistono anche uno specifico intonaco a base di fibre minerali, vermiculite, perlite e leganti cementizi, capaci di resistere a temperature elevate

(REI I 80 e oltre). L'intonaco è applicato a spruzzo con apposite macchine cardatrici idropneumatiche, fino a raggiungere lo spessore ottimale per la resistenza al fuoco. Il prodotto si presenta compatto con una superficie fibrosa o liscia, di un colore grigio perla o bianco. I maggiori vantaggi sono legati alla possibilità di impiego su qualsiasi struttura in acciaio, in laterizio, in conglomerato cementizio armato o pre-compresso. Il basso coefficiente di conduttività termica lo rende un ottimo isolante termico. I prodotti a base di fibre minerali sono anche dotati anche di elevate capacità di fonoassorbimento e di correzione acustica, caratteristiche che lo rendono ideale per gli ambienti in cui è auspicabile ridurre il livello sonoro e il tempo di riverberazione, come scuole, palestre, piscine, mense, auditori e uffici.

Funzionalità e prestazioni dei sistemi di protezione contro l'incendio dell'acciaio

Prodotto	Sistemi	Tipologia	Applicazione
Vernici intumescenti	Aumentano la resistenza delle strutture prima che raggiungano la temperatura di collasso. Sotto l'azione del fuoco formano uno strato carbonioso isolante espanso che protegge il substrato metallico moltiplicando lo spessore originale del film	Vernici mono-componenti in emulsione acquosa	Protezione al fuoco di strutture in acciaio
		Vernici bi-componenti epossidiche	Protezione al fuoco delle strutture in ferro, acciaio e alluminio inserite in condizioni ambientali aggressive e caratterizzate da curve di fuoco severe
Pannellature in gesso rivestito e pannelli antincendio	Lastre in materiale non infiammabile che rivestono le strutture	Pannelli in cartongesso	Protezione delle strutture portanti in acciaio, quali travi, pilastri e profili metallici
		Pannelli rigidi di lana di roccia di varie densità	Protezione di pareti antincendio, porte antincendio e pannelli elettrici
		Lastre composte da un blend di fibre organiche con spiccate resistenze alle alte temperature	Protezione di paratie o setti separatori in acciaio. Taglio termico delle strutture soggette a elevati carichi di compressione
Coppelle per tiranti	Rivestimento con materiale ignifugo che impedisce il raggiungimento della temperatura critica	Coppelle in feltro di fibre a base di ossidi alcalino terrosi e gel superisolante con alluminio	Protezione dei tiranti in acciaio
		Coppelle in polistirene espanso sintetizzato a celle chiuse	
		Coppelle composte da una miscela a base di silicati	
Coppelle per impianti tecnici	Rivestimento con materiale ignifugo che impedisce il raggiungimento della temperatura critica	Coppelle in feltro a base di fibre minerali non bio-persistenti	Protezione di condutture di adduzione del gas, canali di aerazione, condutture dell'impianto idrico antincendio ed elettriche, linee elettriche dorsali, alimentazioni privilegiate degli ascensori e delle colonne montanti
Prodotti a spruzzo	Intonaco ignifugo capace di resistere a temperature elevate	Intonaco a base di fibre minerali e leganti cementizi	Protezione delle strutture portanti e degli elementi costruttivi in acciaio